



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO UNIVERSIDADE VIRTUAL - IUUVI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA EDUCACIONAL - PPGTE
MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIA EDUCACIONAL

DANIELE PEREIRA MARQUES

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM USO DA CANETA DE IMPRESSÃO 3D: UMA
PROPOSTA DE FORMAÇÃO DOCENTE PARA O ENSINO DAS FIGURAS
GEOMÉTRICAS PLANAS E ESPACIAIS NO 2º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL**

FORTALEZA

2025

DANIELE PEREIRA MARQUES

SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM USO DA CANETA DE IMPRESSÃO 3D: UMA
PROPOSTA DE FORMAÇÃO DOCENTE PARA O ENSINO DAS FIGURAS
GEOMÉTRICAS PLANAS E ESPACIAIS NO 2º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Educacional da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre. Área de concentração: Tecnologia Educacional.

Orientador: Prof. Dr. Clemilson Costa dos Santos.

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M316s Marques, Daniele Pereira.

Sequência didática com uso da caneta de impressão 3D : uma proposta de formação docente para o ensino das figuras geométricas planas e espaciais no 2º ano do ensino fundamental / Daniele Pereira Marques. – 2025.

119 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Instituto UFC Virtual, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Educacional, Fortaleza, 2025.

Orientação: Prof. Dr. Clemilson Costa dos Santos.

1. Ensino de geometria. 2. Formação de professoras. 3. Materiais manipuláveis. I. Título.

CDD 371.33

DANIELE PEREIRA MARQUES

SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM USO DA CANETA DE IMPRESSÃO 3D: UMA
PROPOSTA DE FORMAÇÃO DOCENTE PARA O ENSINO DAS FIGURAS
GEOMÉTRICAS PLANAS E ESPACIAIS NO 2º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Educacional da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre. Área de concentração: Tecnologia Educacional.

Aprovada em: 30/06/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Clemilson Costa dos Santos (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Leonardo Moreira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. José Melo Júnior
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dra. Francisca Lígia de Castro Machado
Instituto Federal do Ceará (IFCE)

A Deus.

AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa, sonhada e realizada, só foi possível graças a Deus.

Agradeço à minha família, por todo o apoio, pelos ensinamentos e o amor que sempre me sustentaram.

Ao meu parceiro de vida, Fernando Luís, que, com seu apoio, companheirismo, incentivo, cumplicidade e paciência, fez do caminho do mestrado uma jornada mais leve.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Clemilson Costa dos Santos, a quem sou imensamente grata por abraçar este desafio comigo e por suas orientações sempre tão assertivas.

Aos professores Dr. Leonardo Oliveira Moreira, Dr. Antônio José Melo Leite Júnior e Dra. Francisca Lígia de Castro Machado cujas contribuições foram luzes para o aprimoramento desta pesquisa.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Educacional (PPGTE) da Universidade Federal do Ceará, por toda a base teórica que ofereceram.

Aos participantes da pesquisa, por sua generosa e pronta colaboração, que deu vida a este trabalho.

Aos meus colegas de mestrado, pela parceria e por cada troca de conhecimento.

A todos os amigos que, de perto ou de longe, torceram e colaboraram nesta trajetória. A cada um, minha gratidão profunda e sincera.

“Na escola, a tecnologia é como um livro, se
não se abrir, ler e pensar, de nada adianta”.

Antonio Zacariotto

RESUMO

Na Matemática, o ensino de geometria é de fundamental importância, uma vez que permite a compreensão do espaço, das formas e das relações presentes no cotidiano. Diante desse contexto surge a pergunta que norteou o estudo: como a utilização da caneta de impressão 3D pode ressignificar práticas docentes no ensino de figuras geométricas planas e espaciais no 2º ano do Ensino Fundamental? O estudo teve como objetivo compreender como a utilização da caneta de impressão 3D, mediada por uma sequência didática subsidiada pela cultura *maker*, pode contribuir para a formação docente no ensino das figuras geométricas planas e espaciais no 2º ano do Ensino Fundamental. Trata-se de uma pesquisa de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e caráter exploratório, desenvolvida por meio de uma intervenção pedagógica que resultou na elaboração e validação de um Produto Educacional Digital, materializado em um *e-book*. A Engenharia Didática foi adotada como metodologia de pesquisa, orientando o planejamento, a implementação e a análise da sequência didática desenvolvida em uma oficina pedagógica. A coleta de dados ocorreu em diferentes momentos, por meio de questionário diagnóstico, observação participante, registros em diário de campo e entrevistas semiestruturadas. A análise dos dados foi realizada a partir da triangulação metodológica, com base nos procedimentos da Análise de Conteúdo propostos por Bardin (2011). Os resultados indicam que o uso pedagógico da caneta de impressão 3D, aliado à produção de materiais manipuláveis e à abordagem *maker*, contribuiu para a ampliação do repertório didático das professoras, para a reflexão sobre o ensino de geometria e para a ressignificação de práticas pedagógicas relacionadas às figuras geométricas planas e espaciais.

Palavras-chave: ensino de geometria; formação de professores; materiais manipuláveis.

ABSTRACT

In mathematics, the teaching of geometry is of fundamental importance, as it enables the understanding of space, shapes and relationships present in everyday life. Given this context, the question that guided the study arose: how can the use of a 3D printing pen redefine teaching practices in the teaching of flat and spatial geometric figures in the 2nd year of primary school? The study aimed to understand how the use of a 3D printing pen, mediated by a teaching sequence supported by maker culture, can contribute to teacher training in the teaching of flat and spatial geometric figures in the 2nd year of primary school. This is an applied research study with a qualitative and exploratory approach, developed through a pedagogical intervention that resulted in the development and validation of a Digital Educational Product, materialised in an e-book. Didactic Engineering was adopted as the research methodology, guiding the planning, implementation, and analysis of the didactic sequence developed in a pedagogical workshop. Data collection took place at different times, through a diagnostic questionnaire, participant observation, field diary records, and semi-structured interviews. Data analysis was performed using methodological triangulation, based on the content analysis procedures proposed by Bardin (2011). The results indicate that the pedagogical use of the 3D printing pen, combined with the production of manipulable materials and the maker approach, contributed to the expansion of the teachers' didactic repertoire, to reflection on the teaching of geometry, and to the reframing of pedagogical practices related to flat and spatial geometric figures.

Keywords: geometry teaching; teacher education; manipulable materials.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Níveis da teoria de van Hiele.....	24
Figura 2	– Caneta de impressão 3D.....	37
Figura 3	– Principais funções de uma caneta de impressão 3D.....	37
Figura 4	– Caneta de impressão 3D aberta.....	38
Figura 5	– Caneta de impressão 3D de baixa temperatura.....	40
Figura 6	– Estruturas moleculares.....	41
Figura 7	– Atividades com o relevo feito pela caneta de impressão 3D.....	45
Figura 8	– A computer applet that performs virtual transformations of various 3D figures.....	45
Figura 9	– Construção de malhas com diferentes unidades de área.....	47
Figura 10	– Etapas e descrições da Engenharia Didática.....	48
Figura 11	– Três fases da Análise de Conteúdo.....	53
Figura 12	– Primeiras observações da caneta de impressão 3D.....	60
Figura 13	– Manuseio inicial.....	61
Figura 14	– Atividade de escrita do nome.....	62
Figura 15	– Construções bidimensionais.....	63
Figura 16	– Figuras planas.....	65
Figura 17	– Figuras espaciais.....	67
Figura 18	– <i>E-book</i> “Criando formas com a caneta de impressão 3D”.....	68
Figura 19	– Molde para impressão.....	70

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	– Sexo e idade dos participantes.....	73
Gráfico 2	– Formação continuada dos respondentes do questionário.....	73
Gráfico 3	– Participação em formações relacionadas ao uso de tecnologias.....	74
Gráfico 4	– Você se considera preparado(a) para ensinar Matemática?.....	79
Gráfico 5	– Você já refletiu sobre as dificuldades vivenciadas na aprendizagem da geometria (figuras planas e espaciais) pelos alunos do 2º ano?.....	81
Gráfico 6	– Você já participou de alguma formação que discutisse o ensino de geometria nos anos iniciais?.....	83
Gráfico 7	– Você já participou de alguma formação (curso, oficina, palestra etc.) sobre o uso de tecnologias no ensino de Matemática?.....	85
Gráfico 8	– Durante essas formações, você teve contato com recursos pedagógicos voltados para o ensino de Matemática?.....	86
Gráfico 9	– Você conhece ou já utilizou a caneta de impressão 3D?.....	89
Gráfico 10	– Quais recursos pedagógicos você utiliza (ou já utilizou) para ensinar conteúdos de geometria?.....	90

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	– Habilidades do 2º ano da Unidade Temática Geometria.....	28
Quadro 2	– Pilares principais da cultura <i>maker</i>	36
Quadro 3	– Tipos de filamentos e respectivas temperaturas de fusão.....	39
Quadro 4	– Critérios de inclusão e exclusão.....	42
Quadro 5	– Pesquisas relacionadas.....	43
Quadro 6	– Etapas da pesquisa, objetivos e instrumentos utilizados.....	57
Quadro 7	– Distribuição dos encontros da oficina.....	59
Quadro 8	– Estrutura do <i>e-book</i>	69
Quadro 9	– Descreva um pouco sobre você como professor (a) que ensina Matemática. Fale um pouco sobre como você se vê lecionando Matemática.....	75
Quadro 10	– Qual a concepção do ensino de Matemática proposta pela BNCC a partir dos anos iniciais?	76
Quadro 11	– O que você compreende sobre o ensino de Matemática?.....	77
Quadro 12	– Escreva sobre sua compreensão em relação a aplicações de recursos didáticos para o ensino de Matemática nos anos iniciais.....	78
Quadro 13	– Se sim, quais são suas principais oportunidades/possibilidades para se ensinar Matemática?.....	79
Quadro 14	– Se não, quais as principais dificuldades para se ensinar Matemática?...	80
Quadro 15	– Qual sua percepção sobre o aprendizado dos alunos referente ao ensino de geometria do 2º ano dos anos iniciais?.....	81
Quadro 16	– Caso sua resposta seja sim, apresente suas principais concepções.....	82
Quadro 17	– Caso a resposta seja sim, descreva um pouco sobre e como foi abordada	83
Quadro 18	– Existe um diálogo entre os professores da escola (ou da rede de ensino) para discutir questões relacionadas ao ensino e à aprendizagem de Matemática? Se sim, como esses diálogos acontecem? Como você descreveria a qualidade desses diálogos?.....	84
Quadro 19	– Se sim, descreva brevemente.....	85

Quadro 20	– Caso sim, quais recursos você conheceu? (Exemplos: <i>softwares</i> , jogos digitais, jogos analógicos, materiais concretos, aplicativos, caneta de impressão 3D etc.).....	87
Quadro 21	– Quais dos materiais/recursos/ferramentas abaixo, você e seus alunos já utilizaram em sala de aula?.....	87
Quadro 22	– Se possível, comente sobre a experiência de uso.....	88
Quadro 23	– De que forma você acredita que a caneta de impressão 3D pode ser utilizada no ensino de Matemática?.....	89
Quadro 24	– Você acredita que o uso de recursos (como a caneta de impressão 3D) pode contribuir para a aprendizagem de geometria? Por quê?.....	90
Quadro 25	– Familiarização técnica com o recurso.....	92
Quadro 26	– Materialização de conceitos geométricos.....	92
Quadro 27	– Reflexão sobre a prática.....	93
Quadro 28	– Quais aspectos da oficina você considera mais significativos para sua formação docente?.....	94
Quadro 29	– De que forma você imagina utilizar a caneta de impressão 3D com seus alunos?.....	95
Quadro 30	– Como a experiência com a caneta de impressão 3D contribuiu para a compreensão e visualização de conceitos geométricos, como figuras geométricas planas e espaciais?.....	96
Quadro 31	– Quais foram os principais desafios ou limitações que você percebeu ao pensar na incorporação da caneta de impressão 3D em sua prática pedagógica?.....	97

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D	Tridimensional
ABS	Acrilonitrilo Butadieno Estireno
AEE	Atendimento Especializado
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CE	Critérios de Exclusão
CI	Critérios de Inclusão
DIWO	<i>Do it with others</i>
DIY	<i>Do it yourself</i>
ED	Engenharia Didática
EF	Ensino Fundamental
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisa
P	Professor
PCL	Policaprolactona
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PED	Produto Educacional Digital
PLA	Ácido Polilático
PP	Professor Participante
PPGTE	Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Educacional
QR	Quick Response
SD	Sequência Didática
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
ZDP	Zona de Desenvolvimento Proximal

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
1.1	Estrutura da dissertação.....	21
1.2	Objetivos.....	22
<i>1.2.1</i>	<i>Objetivos geral.....</i>	<i>22</i>
<i>1.2.2</i>	<i>Objetivos específicos.....</i>	<i>22</i>
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	23
2.1	Desenvolvimento do pensamento geométrico e a teoria de van Hiele.....	23
2.2	Espaço, forma e visualização na construção do conhecimento geométrico nos anos iniciais.....	27
<i>2.2.1</i>	<i>Os materiais manipuláveis no processo de ensino e aprendizagem da geometria.....</i>	<i>29</i>
2.3	Tecnologias educacionais e a inserção da caneta de impressão 3D como recurso didático.....	32
<i>2.3.1</i>	<i>A cultura maker e o paradigma de aprender fazendo.....</i>	<i>34</i>
<i>2.3.2</i>	<i>Da ideia ao objeto com caneta de impressão 3D.....</i>	<i>36</i>
<i>2.3.3</i>	<i>A caneta de impressão 3D como recurso didático em diferentes áreas do conhecimento.....</i>	<i>40</i>
<i>2.3.4</i>	<i>Pesquisas sobre a caneta de impressão 3D no ensino e aprendizagem da Matemática.....</i>	<i>42</i>
3	PERCURSO METODOLÓGICO.....	48
3.1	Tipo de pesquisa.....	48
3.2	Sujeitos da pesquisa	49
3.3	Lócus da pesquisa.....	50
3.4	Instrumentos e técnicas de coleta e análise de dados.....	51
<i>3.4.1</i>	<i>Coleta de dados.....</i>	<i>51</i>
<i>3.4.2</i>	<i>Análise de dados.....</i>	<i>53</i>
3.5	Desenho da pesquisa.....	54
<i>3.5.1</i>	<i>Análises preliminares.....</i>	<i>54</i>
<i>3.5.2</i>	<i>Análise a priori.....</i>	<i>55</i>
<i>3.5.3</i>	<i>Experimentação.....</i>	<i>55</i>
<i>3.5.4</i>	<i>Análise a posteriori.....</i>	<i>56</i>

4	OFICINA E E-BOOK “CRIANDO FORMAS COM A CANETA DE IMPRESSÃO 3D”	58
4.1	A oficina “Caneta de impressão 3D: materializando figuras geométricas planas e espaciais” para o ensino do 2º ano dos anos iniciais	58
4.1.1	<i>Primeiro encontro: conhecendo a caneta de impressão 3D</i>	59
4.1.2	<i>Segundo encontro: da teoria à prática com a caneta de impressão 3D</i>	61
4.1.3	<i>Terceiro encontro: estudo do currículo na construção das figuras planas</i>	63
4.1.4	<i>Quarto encontro: integração das figuras geométricas planas na construção das figuras espaciais</i>	64
4.1.5	<i>Quinto encontro: planificando ideias e construindo figuras geométricas espaciais</i>	66
4.2	Produto Educacional Digital: e-book “Criando Formas com a Caneta de Impressão 3D”	68
5	ANÁLISE DE RESULTADOS E DISCUSSÃO	72
5.1	Análise do questionário aplicado aos professores pedagogos	72
5.1.1	<i>Caracterização dos participantes</i>	72
5.1.2	<i>Categoria: concepções sobre o ensino de Matemática nos anos iniciais</i>	74
5.1.3	<i>Categoria: uso e papel dos recursos didáticos</i>	77
5.1.4	<i>Categoria: percepções sobre o ensino e a aprendizagem da geometria</i>	80
5.1.5	<i>Categoria: formação e preparação docente para o ensino de geometria</i>	83
5.1.6	<i>Categoria: cultura colaborativa e diálogo profissional</i>	85
5.1.7	<i>Categoria: recursos para o ensino de geometria</i>	86
5.2	Percepções dos professores sobre a oficina	91
5.2.1	<i>Categoria: Familiarização técnica</i>	91
5.2.2	<i>Categoria: Materialização de conceitos geométricos</i>	92
5.2.3	<i>Categoria: Reflexão sobre a prática</i>	93
5.3	Análise da experiência docente com a caneta de impressão 3D	94
5.3.1	<i>Categoria: Percepções sobre a oficina e a aprendizagem com a caneta de impressão 3D</i>	94
5.3.2	<i>Categoria: Aplicabilidade da ferramenta em sala de aula</i>	95

5.3.3	<i>Categoria: Contribuições para o ensino das figuras geométricas planas e espaciais.....</i>	96
5.3.4	<i>Categoria: Limitações percebidas e sugestões de melhorias.....</i>	97
5.4	Convergência e complementaridade dos instrumentos de coleta de dados.....	97
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	100
	REFERÊNCIAS.....	103
	APÊNDICE A – CARTA DE ANUÊNCIA.....	110
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO.....	111
	APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	115
	APÊNDICE D – DIÁRIO DE CAMPO.....	118
	APÊNDICE E – ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA.....	119

1 INTRODUÇÃO

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), estabelece o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais para a Educação Básica. A BNCC (Brasil, 2018) destaca, entre suas Competências Gerais, a importância do uso das tecnologias digitais de forma crítica, reflexiva e ética, bem como o desenvolvimento do letramento matemático, entendido como a capacidade de raciocinar, representar, comunicar e argumentar por meio da linguagem matemática em diferentes situações. No campo da Matemática, essas orientações reforçam a necessidade de exploração, investigação e a resolução de problemas desde os anos iniciais.

Dentro desse escopo, o ensino de geometria ganha relevância na formação integral das crianças, não como um dos eixos da matemática que apenas lida com formas; mas como uma ciência do espaço que a criança habita. Nesse sentido, o desenvolvimento do pensamento geométrico envolve habilidades relacionadas à observação, à descrição de formas, à percepção espacial, à estimativa e à compreensão de elementos presentes no cotidiano. Desse modo, dialoga com aprendizagens que extrapolam o campo da Matemática, como a Arte, a Geografia e com diferentes situações da vida diária (leitura de mapas, a organização de objetos e a compreensão da arquitetura urbana).

Apesar dessa relevância, o cenário educacional ainda revela fragilidades em que prevalece um ensino de geometria excessivamente focado na nomenclatura e na classificação, muitas vezes negligenciando a experimentação e a visualização. É comum observar abordagens pedagógicas centradas em atividades de identificação e reprodução de formas em papel, como o apoio do livro didático e do quadro.

Essa realidade assinala uma distância entre as orientações presentes nas propostas curriculares, que incentivam a exploração e o uso de materiais manipuláveis, e o cotidiano da sala de aula. No entanto, na Geometria, em específico no ensino das figuras geométricas espaciais, a construção e apropriação dos conceitos não se limitam a simples memorização de nomes como cubo, esfera ou pirâmide. Esse processo cognitivo demanda operações sobre o objeto de conhecimento, transitando da percepção tátil e visual para a abstração reflexiva.

Para uma criança do 2º ano do Ensino Fundamental, que se encontra em uma fase de transição e consolidação de operações concretas, a representação bidimensional de um objeto tridimensional (como o desenho de um cubo no quadro) é cognitivamente desafiadora. O aluno vê linhas no plano, mas muitas vezes não consegue inferir a profundidade, o volume e as propriedades espaciais do objeto real. É na interação direta com as formas, no ato de montar, desmontar, planificar e comparar, que as propriedades deixam de ser informações apenas

abstratas e se tornam estruturas mentais consolidadas.

As discussões apresentadas neste estudo dialogam, portanto, com referenciais da educação matemática que tratam do desenvolvimento do pensamento geométrico ancorados na teoria de van Hiele (1986) e nas análises de Lorenzato (1995) e Pavanello (2004). A necessidade do uso de materiais manipuláveis e da integração de tecnologias no ensino e apoia em Nacarato, Mengali e Passos (2009), Dienes (1974) e Lorenzato (2006). A integração de tecnologias e a cultura *maker* no ensino fundamentam-se nas perspectivas de Papert (1985), Blikstein (2013), Moran (2013) e Valente (2007).

Nesse contexto, o avanço de tecnologias simples e de custo acessível aproximam os professores de recursos que viabilizam a visualização e a manipulação de formas geométricas. Entretanto, a introdução de um artefato tecnológico na escola não garante a inovação pedagógica ou a efetivação do aprendizado. A inserção desses recursos na educação depende tanto da familiarização com seu funcionamento, como também da identificação das contribuições para o trabalho pedagógico.

Diante desse cenário, surgiu a necessidade de pensar propostas de formação docente que criem espaços para experimentar, construir e testar materiais e estratégias que possam ser aplicadas posteriormente em sala de aula, para que o professor vivencie o lugar de quem aprende. É reconhecendo as diferentes possibilidades de utilização dos recursos disponíveis que se encontram caminhos para qualificar o trabalho pedagógico, no sentido de ampliar abordagens investigativas no ensino.

A motivação para esta pesquisa nasce da inquietude da pesquisadora ao longo da trajetória como educadora, atuando na Rede Municipal de Ensino de Fortaleza e vivenciando o cotidiano dos anos iniciais do EF. Observou-se de perto as lacunas existentes entre o currículo prescrito e a apropriação real dos conceitos geométricos pelos estudantes.

A experiência docente evidenciou que, embora os objetos de conhecimento da geometria estejam previstos no currículo do 2º ano, existe uma barreira na diferenciação entre figuras geométricas planas e espaciais. Frequentemente, notava-se que os alunos confundiam o quadrado com o cubo ou o círculo com a esfera, justamente porque o acesso a esses conceitos ocorria, em maioria, por meio de representações nos livros didáticos ou desenhos planos no quadro.

O ensino tradicional, desprovido de manipulação, gerava uma aprendizagem mecânica, onde a criança repetia definições sem compreender as propriedades estruturais dos objetos. Quando a criança memoriza que “um cubo tem seis faces” sem nunca ter planejado ou construído um cubo, apenas retém a informação verbal, mas não constrói a imagem mental

do objeto.

Em tentativas anteriores, a pesquisadora recorreu a métodos clássicos, como a construção das figuras geométricas espaciais com cartolina, canudos e massa de modelar. Embora válidas, essas estratégias apresentavam limitações logísticas no cotidiano escolar, como a fragilidade dos materiais de papel, que se amassavam rapidamente ao serem manuseados e o tempo excessivo gasto na confecção, que muitas vezes consumia todo o tempo pedagógico da aula, restando pouco espaço para a discussão e reflexão matemática sobre o objeto construído.

A partir dessa inquietação, a busca por um recurso que aliasse a construção à durabilidade e precisão do objeto, surgiu o interesse pelas tecnologias de prototipagem e pela cultura *maker*. A caneta de impressão 3D, que diferente das impressoras 3D convencionais, que exigem conhecimentos de modelagem em softwares complexos, alto investimento financeiro e tempo longo de impressão, por possibilita materializar o pensamento se apresentou como um recurso em potencial. Contudo, ao tentar dialogar com pares sobre o uso dessa tecnologia, percebeu-se outro obstáculo, a fragilidade do letramento digital e de confiança metodológica dos professores para utilizar tais ferramentas.

Constatou-se que o repertório pedagógico disponível para trabalhar geometria, na maioria das escolas da rede pública, ainda se limita a exemplos visuais e exercícios padronizados. Além disso, destaca-se a importância de oferecer aos professores formações baseadas em atividades as quais possam experimentar materiais, manipular objetos, analisar suas próprias escolhas didáticas e refletir sobre as possibilidades de uso desses recursos em sala de aula. Formações que apenas apresentam conceitos, sem o envolvimento direto com atividades, costumam gerar menor segurança para aplicar novas estratégias.

Sob essa perspectiva, considera-se o reconhecimento de que recursos tecnológicos acessíveis podem ampliar as possibilidades de ensino, de modo a tornar conceitos geométricos mais compreensíveis. A caneta de impressão 3D, por exemplo, possibilitou a construção rápida e manual de modelos tridimensionais, aproximando o professor da experimentação. Embora seja um recurso tecnológico, sua utilização não exige infraestrutura complexa, como laboratórios de informática avançados, e pode ser incorporada a diferentes tipos de atividades na sala de aula regular. Quando o professor tem a oportunidade de testar esse tipo de material durante uma oficina pedagógica a partir de uma sequência didática (SD), torna-se mais fácil identificar caminhos para integrá-lo às aulas, adaptando-o às necessidades de seus alunos.

Portanto, esta pesquisa se justifica pela necessidade de instrumentalizar os professores da rede pública com estratégias que sejam, ao mesmo tempo, tecnológica e

pedagogicamente viáveis. A investigação busca unir a teoria acadêmica à prática no ambiente escolar, propondo encaminhamentos construídos a partir de demandas reais da sala de aula.

A literatura que discorre sobre o uso pedagógico da caneta de impressão 3D está em fase de expansão e concentram-se em maioria, investigações voltadas para o ensino de Matemática, nos anos finais ou Ensino Médio, ou ainda em componentes curriculares como Química e Física, onde a modelagem molecular exige visualização 3D. Outra vertente comum nas pesquisas são associadas à educação para alunos com deficiência visual, a cultura *maker* e ao empreendedorismo.

Nesse sentido, estudos como os de Silveira, Aguiar e Frizzarini (2019), Santos e Cavalcante (2023) e Da Silva e Stadler (2022) verificam o ensino de conceitos de diferentes áreas a estudantes com deficiência visual, a partir de materiais e construções táteis com a caneta de impressão 3D. As pesquisas indicam que a construção de representações tridimensionais por meio da impressão em relevo ajuda a compreensão de conceitos que, tradicionalmente, são apresentados apenas de forma visual.

Dialogando com a intersecção entre empreendedorismo, tecnologia e responsabilidade social, os estudos de Nunes e Moreira (2018) e Lopes *et al.* (2019) apresentam experiências no ambiente educacional com a cultura *maker*, abordagem pedagógica que valoriza o aprendizado por meio da experimentação, da criatividade e da construção prática de soluções. As pesquisas convergem ao propor projetos interdisciplinares que fazem uso de tecnologias como a caneta de impressão 3D e viabilizam propostas pedagógicas centradas na criação de protótipos reforçando o desenvolvimento cognitivo.

Assim, a pesquisa busca responder o seguinte questionamento: *como a utilização da caneta de impressão 3D pode ressignificar práticas docentes no ensino de figuras geométricas planas e espaciais no 2º ano do Ensino Fundamental?*

A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa, ancorada nos pressupostos da Engenharia Didática (ED), por compreender que esse referencial possibilita a articulação entre investigação e intervenção pedagógica. A investigação foi desenvolvida a partir da realização de uma oficina pedagógica formativa, direcionada a professoras que atuam no 2º ano do Ensino Fundamental (EF) de uma escola da rede municipal de Fortaleza, configurando-se como um espaço de experimentação, reflexão e análise das práticas docentes relacionadas ao ensino das figuras geométricas planas e espaciais.

A produção dos dados ocorreu ao longo de todo o processo formativo, contemplando diferentes instrumentos, questionários, registros audiovisuais dos encontros, narrativas produzidas pelas participantes e entrevistas semiestruturadas. Esses procedimentos

permitiram captar tanto as percepções iniciais dos professores quanto os sentidos atribuídos à experiência formativa vivenciada.

Para a análise dos dados, adotaram-se os princípios da Análise de Conteúdo, conforme proposta por Bardin (2011), possibilitando a organização, categorização e interpretação das informações, buscando compreender os aprendizados docentes, as mudanças de concepção e as possibilidades de apropriação pedagógica da caneta de impressão 3D ao longo da experiência investigativa.

Cabe ressaltar que como resultado do processo investigativo e formativo, foi desenvolvido um Produto Educacional Digital (PED), na forma de um *e-book*. Esse produto tem como finalidade sistematizar a SD concebida, testada e analisada no contexto da oficina pedagógica, reunindo os principais encaminhamentos metodológicos construídos durante a investigação.

O *e-book* organiza, de maneira articulada, orientações técnicas relacionadas ao uso da caneta de impressão 3D, fundamentos didático-pedagógicos que sustentam as propostas e sugestões de aplicação das atividades em sala de aula, considerando as especificidades do 2º ano do EF. Nesse sentido, a elaboração do PED reforça o caráter profissional desta pesquisa estabelecendo uma articulação entre a produção acadêmica e a intervenção pedagógica.

1.1 Estrutura da dissertação

Apresenta-se a organização geral da dissertação, de modo a situar o leitor sobre a estrutura do texto e o percurso desenvolvido pela pesquisa. A distribuição dos seis capítulos foi definida para acompanhar de forma lógica o estudo, desde a contextualização do problema aos resultados e considerações finais.

O primeiro capítulo, que corresponde a contextualização e a justificativa da temática, evidenciando a relevância do ensino das figuras geométricas planas e espaciais nos anos iniciais do EF e os objetivos geral e específicos da pesquisa.

A fundamentação teórica da pesquisa, segundo capítulo, inicia com a teoria de van Hiele descrevendo os níveis de pensamento geométrico, em seguida, se discute a importância dos materiais concretos e manipuláveis no ensino de Matemática, abordando o uso das tecnologias na educação, enfatizando a cultura *maker* e o papel da caneta de impressão 3D como ferramenta pedagógica.

O terceiro capítulo descreve a abordagem metodológica adotada, detalhando os procedimentos de investigação e o desenho da pesquisa. Em continuidade, o quarto capítulo

apresenta o planejamento, a execução e a validação do PED, enfatizando a sequência dos encontros da oficina “Caneta de impressão 3D: materializando figuras geométricas planas e espaciais para o ensino do 2º ano do Ensino Fundamental”.

Os resultados da pesquisa são apresentados no quinto capítulo evidenciando as contribuições pedagógicas da utilização da caneta de impressão 3D, também são discutidos os desafios identificados, incluindo limitações técnicas, restrições de tempo e recursos, assim como sugestões para aprimoramento da proposta.

Por fim, o sexto capítulo retoma os principais achados da pesquisa, refletindo sobre as implicações para a prática docente, as contribuições da caneta de impressão 3D no ensino das figuras geométricas e o papel do PED como ferramenta de apoio à formação continuada. Ademais, são discutidos encaminhamentos futuros, incluindo a ampliação da oficina para incluir diretamente os alunos, a exploração de figuras geométricas mais complexas e a aplicação da metodologia em outros componentes curriculares.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral:

Compreender como a utilização da caneta de impressão 3D, mediada por uma sequência didática subsidiada pela cultura *maker*, pode contribuir para a formação docente no ensino das figuras geométricas planas e espaciais no 2º ano do Ensino Fundamental.

1.2.2 Objetivos específicos:

- Investigar as concepções e práticas docentes vigentes no 2º ano do Ensino Fundamental em relação ao ensino de geometria plana e espacial, ao uso de tecnologias na prática pedagógica compreendendo as lacunas e demandas formativas.
- Analisar as contribuições e desafios de uma sequência didática para a formação docente, sistematizando as estratégias desenvolvidas em uma oficina formativa, considerando a ampliação do repertório pedagógico, a apropriação didática da caneta de impressão 3D e o desenvolvimento da investigação.

- Desenvolver um *e-book* composto por sequências didáticas mediando práticas pedagógicas com a caneta de impressão 3D, voltada para o ensino das figuras geométricas plana e espacial.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo consolida o arcabouço teórico que sustenta a pesquisa, abordando os fundamentos do ensino de geometria nos anos iniciais, com ênfase no desenvolvimento do pensamento geométrico conforme a teoria de van Hiele e no papel dos materiais manipuláveis. Na sequência, a discussão avançará para a inserção das tecnologias educacionais, particularmente da caneta de impressão 3D, examinando suas contribuições pedagógicas à luz do movimento *maker* e de experiências concretas em educação matemática.

2.1 Desenvolvimento do pensamento geométrico e a teoria de van Hiele

A geometria atravessa diferentes dimensões da vida cotidiana e se manifesta em formas, movimentos e relações espaciais que nos cercam. Em linhas gerais, embora esteja tão presente no mundo real, como destacam Lorenzato (1995) e Pavanello (2004), seu ensino ainda enfrenta obstáculos, um distanciamento entre a função formativa e as metodologias adotadas em sala de aula. Apesar da familiaridade das crianças com as formas, há um caminho a percorrer para que essa experiência cotidiana se converta em compreensão geométrica estruturada.

Essa distância é evidenciada em estudos como Nasser (1991), Passos (2006) e Teixeira, Vasconcelos e Guimarães (2005) que apontam que o ensino de geometria frequentemente se atém a atividades mecânicas, como a memorizar de nomes de formas, resolver lista de exercícios repetitivos ou aplicar procedimentos descontextualizados. Nos anos finais, vale lembrar, essa lógica migra para um formalismo excessivo, como se todos os estudantes já dominassem as bases necessárias para operar com estruturas geométricas abstratas.

Dessa maneira, evidencia-se uma lacuna entre a forma como a geometria é ensinada e o modo como o pensamento geométrico se desenvolve. Essa lacuna didática revela uma desconexão entre a prática pedagógica e o desenvolvimento cognitivo dos estudantes. Como demonstram Lorenzato (1995) e Pavanello (2004), a geometria exige uma construção progressiva do conhecimento, em que a experimentação concreta e a exploração ativa são fundamentais antes que avancem para os níveis mais abstratos.

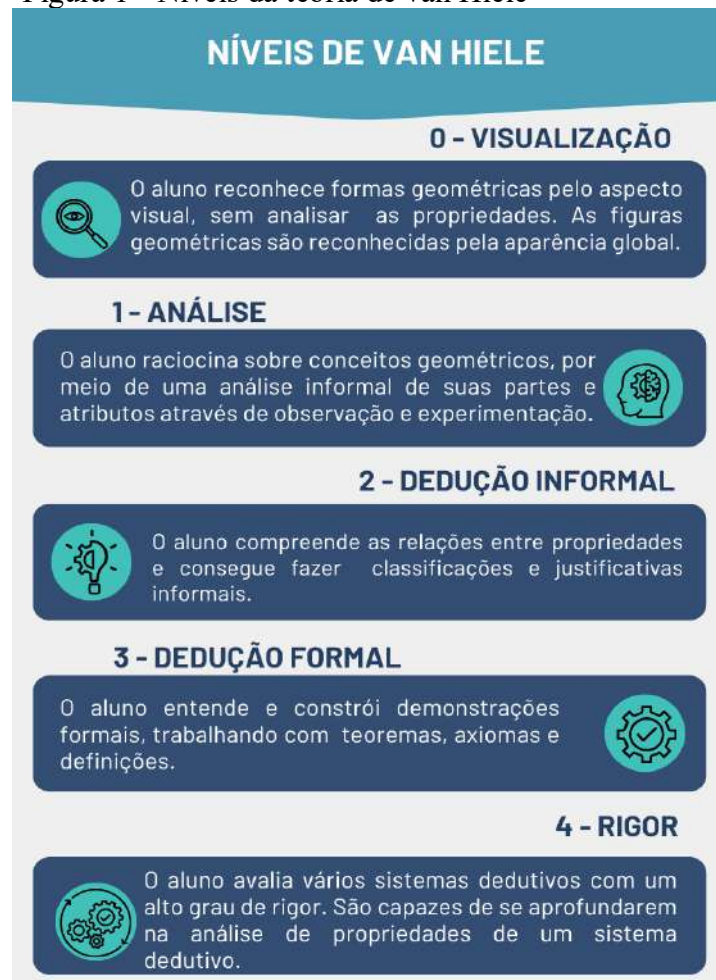
É nesse contexto que a teoria dos níveis de van Hiele (1986) se torna relevante ao descrever o desenvolvimento do pensamento geométrico em etapas progressivas desde a simples visualização até a compreensão axiomática. Sendo assim, cada nível demanda

estratégias didáticas específicas, respeitando o ritmo e a maturidade dos alunos dentro das etapas do desenvolvimento do pensamento geométrico.

O modelo de desenvolvimento do pensamento geométrico proposto pelo casal holandês Pierre van Hiele e Dina van Hiele-Geldof, a teoria de van Hiele, surgiu no ano de 1957 a partir da conclusão de suas teses de doutorado. A proposta apresenta um novo método de ensino fundamentado nas etapas do desenvolvimento do pensamento geométrico que descreve cinco níveis de compreensão e fases sequenciais de ensino de geometria (Crowley, 2005).

A teoria é composta por cinco níveis progressivos: Visualização, Análise, Dedução Informal, Dedução Formal e Rigor. Cada nível (Figura 1) descreve formas distintas de compreensão dos conceitos geométricos, sendo que os avanços dependem da experiência didática vivenciada e não apenas da relação com uma idade cronológica, fator que viabiliza a transição de um estágio para outro.

Figura 1 - Níveis da teoria de van Hiele



Fonte: adaptado de Crowley, 2005.

O percurso cognitivo proposto por van Hiele inicia-se no nível 0 (Visualização), os estudantes percebem o espaço como algo que os rodeia, desenvolvendo um vocabulário geométrico básico e identificando figuras de forma global, sem análise detalhada de suas propriedades, sendo capazes de identificar formas específicas e reproduzir figuras. Van de Walle (2009), ressalta que nesse estágio os objetos de pensamento são as formas e “o que elas parecem”, ou seja, o aspecto visual prevalece sobre as características formais.

A Análise corresponde ao nível em que os alunos avançam para a identificação de características específicas das formas geométricas através da observação e experimentação, começando a agrupar objetos por suas propriedades comuns. De acordo com Van de Walle (2009), a atenção do pensamento recai sobre as classes de formas geométricas, e não sobre formas individuais isoladas. Nessa fase, inicia-se a análise dos conceitos, embora os sujeitos ainda não consigam estabelecer relações entre propriedades, compreender as definições e relacionar as figuras, demonstrar um raciocínio mais estruturado, capaz de sustentar argumentos lógicos de maneira informal e coerente.

A Dedução Informal marca o início do pensamento abstrato, nessa etapa, os estudantes formulam definições precisas e estabelecem relações entre as propriedades das figuras, embora ainda não dominem conceitos como dedução lógica ou axiomas. Conforme enfatiza van Hiele (1984), as características das figuras são ordenadas de forma a desenvolver relações entre essas propriedades.

Van de Walle (2009) destaca que na fase da dedução informal, o desenvolvimento do pensamento geométrico os estudantes não se limitam apenas a identificar e descrever as propriedades das figuras, mas começam a formular argumentos lógicos a respeito de suas características.

A Dedução Formal consolida a compreensão da estrutura dedutiva da geometria, de modo que os estudantes conseguem assimilar projeções, axiomas, postulados e definições formais. Segundo Van de Walle (2009), o pensamento geométrico deixa de ser apenas intuitivo e passa a se apoiar em estruturas sistematizadas, levando o aluno a compreender a geometria como um corpo de conhecimento lógico-dedutivo. Essa fase representa um avanço em relação aos níveis anteriores, exigindo o reconhecimento de propriedades e relações, bem como a capacidade de organizar argumentos dentro de um sistema formal coerente e fundamentado.

O Rigor se define pela habilidade de trabalhar com múltiplos sistemas axiomáticos de forma abstrata, tornando desnecessário o suporte de materiais concretos (Crowley, 2005). Para Van de Walle (2009), esse nível é característico dos especialistas em Matemática do

Ensino Superior, ou seja, matemáticos profissionais que trabalham com diferentes sistemas, estabelecendo relações entre eles.

A teoria de van Hiele (1986) destaca que a aprendizagem em geometria ocorre em níveis sequenciais e hierárquicos, nos quais os estudantes não podem avançar sem consolidar os conhecimentos anteriores. Sendo assim, cada etapa representa uma forma distinta de compreensão, desde a percepção visual das figuras até o julgamento dedutivo e axiomático. Por vezes as etapas podem levar a lacunas conceituais, dificultando a assimilação de conteúdos mais complexos, como projeções e propriedades formais (Crowley, 2005).

Com base nessa concepção, Nasser (1991) defende que a excessiva abstração presente na geometria tende a acentuar as dificuldades enfrentadas pelos estudantes, acontecendo com mais frequência nos anos iniciais, desconsiderando a necessidade de uma aprendizagem baseada na experiência e na visualização. Reconhecer essas limitações não é suficiente, uma vez que é fundamental identificar os problemas e propor soluções pedagógicas que tornem o ensino de geometria contextualizado e próximo da realidade dos estudantes.

A esse respeito, van Hiele (1986) relata que durante suas aulas, quando explicava o conteúdo, os estudantes tinham dificuldade em compreender, mesmo se esforçando ao máximo para entender o que era ensinado. A partir de sua prática docente, o autor destaca a importância de o professor considerar as dificuldades dos estudantes na aprendizagem da geometria e, apesar de escolher cuidadosamente o conteúdo, não evitar uma “crise de pensamento”, que é fundamental para a evolução do conhecimento. Segundo ele, a diversidade de pensamento dentro da sala de aula e a consequente “crise” que pode surgir são benéficas para o aprendizado, impulsionando a transição para outro nível.

Veronese (2009) destaca que a teoria de van Hiele é uma grande aliada dos professores, ajudando-os a compreender como seus alunos estruturam o pensamento geométrico. Portanto, mais do que um modelo teórico, a teoria oferece um olhar sensível para identificar em qual estágio os estudantes estão, se ainda percebem as formas de maneira concreta, se já iniciaram as propriedades analíticas ou se estão avançando para o cálculo abstrato. Em contrapartida, quando esse percurso não é respeitado, a introdução de projeções ou fórmulas precocemente pode levar à memorização sem compreensão, enfraquecendo a construção as ideias que sustentam geometria.

Diante dessa realidade, as ferramentas digitais podem auxiliar nessa transição, quando os alunos visualizam e testam hipóteses antes de formalizá-las (Laborde, 2006). Portanto, a transição entre os níveis de van Hiele não é automática, mas pressupõe que o ensino

proporcione experiências de aprendizagem que desafiem o estudante a ir além de sua compreensão atual.

2.2 Espaço, forma e visualização na construção do conhecimento geométrico nos anos iniciais

A necessidade de alinhar o trabalho docente ao desenvolvimento cognitivo dos estudantes pressupõe uma articulação com as diretrizes que orientam o ensino de geometria nos anos iniciais. Os PCN ressaltam a riqueza “em elementos que favorecem a percepção espacial e a visualização; constitui, portanto, conhecimentos relevantes, inclusive para outras disciplinas escolares” (Brasil, 1998, p. 37). Ao tratar a geometria como Espaço e Forma (Brasil, 1998), o documento indica um avanço no seu ensino, destacando a valorização da prática em detrimento da ênfase em fórmulas.

Nessa mesma linha, a BNCC (2018) define que a geometria é uma área da Matemática voltada ao estudo das formas geométricas e suas propriedades. Segundo o documento, ao abordar temas como “posição e deslocamentos no espaço, formas e relações entre elementos de figuras planas e espaciais, pode desenvolver o pensamento geométrico dos alunos” (Brasil, 2018, p. 271). Dessa maneira, seu ensino abrange conceitos e procedimentos essenciais tanto para a resolução de problemas do cotidiano quanto para o diálogo com outras áreas do conhecimento.

Como destaca a BNCC (2018, p. 271), “a geometria envolve o estudo de um amplo conjunto de conceitos e procedimentos necessários para resolver problemas do mundo físico e de diferentes áreas do conhecimento”. Essa afirmação reitera que a compreensão das relações entre formas, sejam bidimensionais ou tridimensionais, é parte construtiva do desenvolvimento do pensamento geométrico.

Nesse cenário, Fainguelernt (1995) reconhece que a geometria pode ser considerada o eixo da Matemática com maior caráter intuitivo e concreto, dialogando com a realidade e facilitando a compreensão espacial. No entanto, a autora observa que, dentro do contexto escolar, seu ensino tem sido marcado por um processo de formalização crescente, caracterizado pelo rigor, abstração e generalização, muitas vezes sem estabelecer uma relação com a geometria intuitiva.

Fainguelernt (1995) ainda salienta que o ensino de geometria deveria iniciar nos primeiros anos escolares e ser desenvolvido de maneira gradual ao longo de todo o percurso curricular da Matemática. Esse início precoce não é apenas uma recomendação metodológica,

mas uma necessidade formativa, pois é nesse momento que as crianças começam a organizar suas primeiras referências espaciais, observando formas, relacionando objetos e construindo significados a partir das experiências vividas. Aos poucos, passam do contato direto com elementos concretos para representações mais elaboradas, preservando o vínculo com a intuição e com a materialidade que sustentam a compreensão inicial da geometria.

A lacuna na progressão pedagógica que fragiliza o pensamento geométrico dos estudantes é bem ilustrada pela dicotomia destacada por Teixeira, Vasconcelos e Guimarães (2005). Os autores descrevem como o ensino de geometria, por vezes negligenciado ou simplificado ao extremo nos anos iniciais, dá um salto para um formalismo dedutivo nos anos finais, sem uma progressão que considere o desenvolvimento do estudante.

Corroborando com essa análise, Lorenzato (1995) ressalta que, sem o estudo da geometria, o ser humano não desenvolveria o pensamento geométrico nem o raciocínio visual, capacidades essenciais para enfrentar situações do mundo real que envolvam conceitos espaciais. Locatelli (2015) reforça essa ideia afirmando que os conceitos geométricos são fundamentais para a construção do conhecimento matemático, pois instrumentalizam o estudante no desenvolvimento de funções psíquicas específicas, cooperando para a compreensão e organização do espaço ao seu redor.

Essa perspectiva está em consonância com as orientações da BNCC (2018), que estabelece, para o 2º ano do EF, habilidades específicas relacionadas à identificação, descrição e comparação de figuras geométricas planas e espaciais, à análise de propriedades geométricas e à localização de objetos no espaço. O Quadro 1, a seguir, apresenta as habilidades previstas para essa etapa de escolarização, bem como o seu objeto de conhecimento.

Quadro 1 - Habilidades do 2º ano da Unidade Temática Geometria

UNIDADE TEMÁTICA	HABILIDADE	OBJETO DE CONHECIMENTO
Geometria	(EF02MA14) Reconhecer, nomear e comparar figuras geométricas espaciais (cubo, bloco retangular, pirâmide, cone, cilindro e esfera), relacionando-as com objetos do mundo físico.	Figuras geométricas espaciais (cubo, bloco retangular, pirâmide, cone, cilindro e esfera): reconhecimento e características.
	(EF02MA15) Reconhecer, comparar e nomear figuras planas (círculo, quadrado, retângulo e triângulo), por meio de características comuns, em desenhos apresentados em diferentes disposições ou em sólidos geométricos.	Figuras geométricas planas (círculo, quadrado, retângulo e triângulo): reconhecimento e características.

Fonte: Brasil (2018) adaptado pela autora.

A BNCC (2018) enfatiza que, por meio da geometria, é possível que o estudante desenvolva a percepção de figuras geométricas em objetos que fazem parte do seu cotidiano

como também aguçar sua observação do mundo real e suas relações com os objetos matemáticos. Diante disso, a antecipação e o aprofundamento progressivo desses conteúdos são fundamentais para consolidar o pensamento geométrico.

Na perspectiva de Soares (2009), a geometria é essencial para o desenvolvimento de capacidades intelectuais, como a percepção espacial, a criatividade e o raciocínio hipotético-dedutivo. O autor argumenta que o trabalho dos conceitos geométricos, por meio de processos ativos de manipulação, observação sistemática, comparação crítica e representação simbólica, fortalece a construção de uma base sólida para conceitos futuros.

Soares (2009) complementa que outro aspecto relevante do ensino de geometria está na construção da noção de proporcionalidade em contextos geométricos, envolvendo frações de áreas e volumes, escalas e relações de semelhança. Como destaca o autor, seu verdadeiro valor reside na capacidade de integrar conhecimentos articulando Matemática com outras áreas do saber; desenvolver habilidades espaciais através de manipulação concreta e representação mental; e estruturar o pensamento abstrato servindo como ponte entre o concreto e os conceitos matemáticos mais complexos.

Dessa forma, se evidencia que o ensino de geometria não se resume a simples memorização de fórmulas e propriedades. Ao longo desse processo, as experiências ganham significados e deixam de ser apenas ações isoladas para se tornarem referências cognitivas mais estáveis. O concreto, inicialmente apoiado na manipulação e na experimentação, oferece ao estudante a segurança necessária para compreender aquilo que ainda parece distante. O abstrato, por sua vez, surge como consequência desse processo, ampliando a capacidade de generalização e de raciocínio. Assim, concreto e abstrato configuram uma relação dinâmica e complementar, em vez de etapas rígidas e separadas, conferindo sentido real para quem aprende.

2.2.1 Os materiais manipuláveis no processo de ensino e aprendizagem da geometria

Os PCN de Matemática (Brasil, 1997) destacam a relevância do ensino de geometria ainda na primeira infância. De acordo com os PCN (Brasil, 1997, p. 81-82), “de um lado, a experimentação permite agir, antecipar, ver, explicar o que se passa no espaço sensível, e, de outro, possibilita [...] desprender-se da manipulação dos objetos reais para raciocinar sobre representações mentais”.

Nos primeiros anos de vida, as crianças naturalmente exploram formas ao brincar, separando objetos que rolam, empilham ou encaixam, desenvolvendo uma familiaridade intuitiva com conceitos geométricos. Desde cedo, as crianças exploram o mundo por meio de

noções geométricas e espaciais, ao reconhecer objetos, movimentar-se no espaço e resolver desafios cotidianos. Segundo os PCN (Brasil, 1997), por meio da observação e experimentação, elas começam a discernir as características de uma figura e a usar as propriedades para conceituar classes de formas. Essas experiências formam a base de um raciocínio geométrico que se desenvolve ao longo da vida.

Corroborando com esse entendimento, a BNCC (2018) reforça a importância atribuída ao desenvolvimento do pensamento geométrico nos anos iniciais, orientando para que os estudantes reconheçam e nomeiem figuras geométricas planas e espaciais, estabelecendo, portanto, relações entre as figuras e os objetos do mundo real. Para o 2º ano do EF, o documento enfatiza o desenvolvimento das habilidades de reconhecer, comparar e nomear figuras planas e espaciais, bem como suas relações em diferentes contextos.

No contexto escolar atual, os conteúdos geométricos nos anos iniciais frequentemente são abordados de maneira abstrata, muitas vezes limitando-se sobretudo a três recursos: o livro didático, representações bidimensionais de figuras geométricas e exemplos isolados de objetos planos ou sólidos. Essa abordagem, como apontam Nacarato, Mengali e Passos (2009), acaba por reduzir o ensino de geometria a exercícios de identificação e classificação superficial de formas, sem explorar adequadamente suas propriedades e relações espaciais.

Por outro lado, ao utilizar materiais manipuláveis, o estudante organiza os seus processos mentais de aprendizagem assimilando os conceitos geométricos de forma mais ampla. A esse respeito, Nacarato (2005) e Dienes (1974) argumentam que a mediação concreta e a interação ativa são elementos fundamentais para a aprendizagem matemática. Nesse contexto, Nacarato (2005) defende, ainda, a expressão “trabalhar primeiro no concreto”, propondo que os anos iniciais devem priorizar materiais manipuláveis como base para a construção de conceitos abstratos.

De modo complementar, Dienes (1974) argumenta que a renovação metodológica no ensino de Matemática é essencial para superar abordagens mecânicas e descontextualizadas. Dessa forma, o ensino de geometria deve estar ancorado em experiências concretas por meio de situações de aprendizagem que envolvam a criança e lhe proporcionem prazer, ou seja, atividades nas quais ela seja partícipe da ação de aprender e encontre respostas para as situações que são apresentadas em forma de desafios.

Embora o ensino de geometria nos anos iniciais disponha de recursos variados, como sólidos geométricos, tangram, geoplano e poliminós, muitas atividades ainda se resumem ao desenho de figuras no quadro ou nos livros, como destacam Nacarato, Mengali e Passos

(2009). A propósito, quando esses materiais não são efetivamente explorados, perde-se a oportunidade de aproximar os alunos da investigação e da descoberta, o ensino fica mais distante do cotidiano infantil e, aos poucos, a geometria passa a ser percebida apenas como identificação de formas.

O desenvolvimento dos processos de visualização em geometria está intrinsecamente ligado à exploração ativa de modelos concretos e materiais manipuláveis, os quais auxiliam o aluno a construir imagens mentais precisas. Segundo Presmeg (2006), a capacidade de visualização geométrica não é inata, mas construída progressivamente por meio da interação com objetos físicos que oferecem referências táteis e visuais.

Conforme aponta Pais (2000), o uso de materiais didáticos no ensino de geometria deve estar sempre vinculado a uma reflexão pedagógica, a fim de evitar tanto o realismo ingênuo quanto o empirismo excessivo na construção do raciocínio lógico. Nesse sentido, inicialmente, pode-se perceber um aparente dualismo entre a concretude dos recursos didáticos e a abstração das noções geométricas.

Pontes (2017) ressalta que as experiências no Ciclo de Alfabetização são significativas para que os alunos desenvolvam o interesse em aprender Matemática. Para o autor, “a exploração-investigação de materiais concretos acessíveis aos professores pode ser promissora para a construção de conhecimentos, mas não para sua apropriação como algo pronto e acabado” (Pontes, 2017, p. 8).

No contexto do desenvolvimento cognitivo infantil, os estudantes do 2º ano do EF encontram-se na fase das operações concretas (Piaget, 1975), caracterizada por um pensamento ainda ancorado no concreto e nas experiências sensoriais imediatas. Essa particularidade do desenvolvimento intelectual demanda estratégias de ensino que privilegiam a manipulação direta de objetos, como destacam Nacarato, Mengali e Passos (2009). Nessa etapa, as crianças constroem significados principalmente a partir de ações motoras e da observação direta, necessitando investigar, tocar, comparar e reorganizar elementos para avançar na compreensão dos conceitos geométricos.

Cabe enfatizar que nesse estágio de aprendizagem, os materiais manipuláveis desempenham uma importância estruturante no processo de elaboração dos conceitos geométricos, sustentando-se em três pilares essenciais (Dienes, 1974): ação direta sobre os objetos, experimentação guiada e visualização espacial progressiva. Nessa dinâmica, o processo de elaboração conceitual depende da forma como esses materiais são utilizados e os significados que podem ser negociados e construídos a partir deles (Nacarato, 2005). Sendo

assim, a mera disponibilização de materiais manipuláveis não garante, por si só, a construção de conceitos geométricos pelos alunos.

Segundo Nacarato, Mengali e Passos (2009), a eficácia pedagógica dos materiais manipuláveis está vinculada à mediação docente qualificada e à sequenciação didática adequada numa progressão das atividades, que devem estar alinhadas aos níveis de desenvolvimento do pensamento geométrico (van Hiele, 1986) e à articulação entre os conceitos abstratos e situações reais do cotidiano dos educandos (Brasil, 2018). Desse modo, rompe-se com o ensino descontextualizado, que por muito tempo reduziu a geometria a exercícios mecânicos e distantes das experiências dos alunos.

A discussão sobre a importância dos materiais manipuláveis evidencia que as experiências concretas constroem as referências que sustentam a compreensão espacial; contudo, esse movimento não se desenvolve de forma isolada. Em um cenário marcado por transformações, as tecnologias abrem novas frentes de exploração, ampliando o modo como essas vivências podem ocorrer. A experimentação ao mesmo tempo em que permite a interação direta com o espaço físico, por meio da ação, observação e antecipação, fundamenta o pensamento geométrico (Brasil, 2000).

2.3 Tecnologias educacionais e a inserção da caneta de impressão 3D como recurso didático

As tecnologias assumem um papel cada vez mais ativo no contexto educacional, contribuindo para os processos de ensino e aprendizagem. À medida que a sua presença se intensifica na sociedade, cresce a necessidade de desenvolver habilidades digitais, tornando o domínio dessas ferramentas um fator primordial para a educação contemporânea. A esse respeito, Kenski (2012) argumenta que novos conhecimentos e comportamentos são adquiridos a partir dos avanços tecnológicos e vão se ampliando e mudando pensamentos e maneiras das pessoas agirem.

Ao longo da história, o desenvolvimento dos recursos tecnológicos teve como objetivo facilitar a vida do ser humano em algumas atividades e até resolver problemas específicos, entretanto, com o passar do tempo, as tecnologias evoluíram e se diversificaram, abrangendo áreas como a educação. Sob essa ótica, Moran (2003) destaca a complexidade do conceito de tecnologia e a importância de uma abordagem intencional no uso desses recursos, sejam os mais tradicionais ou os mais avançados.

Nesse sentido, a introdução de ferramentas tecnológicas na educação possibilita novas oportunidades de ensino e transforma a dinâmica da sala de aula contribuindo para a diversificação da própria tecnologia, num efeito multiplicador na sociedade que influencia tanto o conhecimento técnico quanto os valores e atitudes. Dessa maneira, a construção do conhecimento não se restringe apenas ao âmbito individual, mas se reflete no coletivo, moldando as bases culturais e sociais. Conforme aponta D'Ambrosio (2012, p. 74), “a escola não se justifica pela apresentação de conhecimento obsoleto e ultrapassado e muitas vezes morto. Sobretudo ao se falar em ciência e tecnologia”.

Partindo dessa premissa, a integração da tecnologia na sala de aula abre caminho para uma mudança na dinâmica de poder e na estrutura hierárquica da educação. De acordo com Penteado (2005, p. 284), “o movimento, a velocidade, o ritmo acelerado [...] caminham para a escola, ajustando e transformando esse cenário e exigindo uma revisão dos sistemas de disposições e prioridades tradicionais na profissão docente”. Essa transformação exige dos professores uma adaptação contínua, bem como o desenvolvimento de um ambiente de aprendizagem que incorpore a tecnologia como recurso educacional. Tal movimento desafia as estruturas tradicionais, demandando uma abordagem mais flexível e orientada das habilidades essenciais para a era digital.

Por isso, uma visão de sociedade do conhecimento, conforme D'Ambrósio (2012), já é uma realidade, sendo imoral ou “injustificável” pensar que a escola ainda deva trabalhar com conhecimentos obsoletos, sem vinculação com a realidade, com as ciências e com a tecnologia. Logo, a escola não pode se limitar à transmissão de conhecimento, ao contrário, ela deve deixar de existir enquanto mero reprodutor de informações e ser também um espaço voltado para a aquisição, organização, geração e disseminação de conhecimentos vivos. Isso significa não apenas compreender e aplicar as informações recebidas, mas fazer com que os estudantes possam investigar, questionar e criar novos saberes.

Diante dos avanços tecnológicos, é perceptível o quanto o papel do docente tem sido questionado no contexto atual. De acordo com Gadotti (2003), as tecnologias digitais constituem uma verdadeira “revolução” e modificam a metodologia de ensino, a dinâmica educacional e, por extensão, a sociedade como um todo. Consequentemente, as tecnologias oferecem alternativas de respostas às demandas e exigências do trabalho pedagógico atual.

No contexto das mudanças descritas por Gadotti (2003), o professor assume o papel de gestor do conhecimento, ao se envolvendo nas escolhas e atribuições de significados que o caracterizam como um mediador entre as novas tecnologias e os estudantes. Nessa perspectiva, o docente se torna um construtor ativo do ambiente educacional, organizando experiências de

aprendizagem em direção a metodologias ativas, as quais colocam o aluno como agente do seu próprio conhecimento. Essa mediação pressupõe sensibilidade para selecionar o que realmente contribui para o desenvolvimento dos alunos, evitando tanto o tecnicismo quanto o afastamento das possibilidades que a tecnologia oferece.

Dessa forma, é nesse encontro entre experimentação, criação e tecnologia que se delineia um novo paradigma educacional, alinhado às demandas formativas e as possibilidades de novas estratégias. Em linhas gerais, trata-se de um movimento que ultrapassa o simples uso de ferramentas digitais e se ancora, sobretudo, em uma postura pedagógica que valoriza a autoria, a curiosidade e o pensamento crítico como eixos estruturantes da aprendizagem abrindo espaço para uma atuação mais reflexiva no cotidiano escolar.

2.3.1 A cultura maker e o paradigma de aprender fazendo

A formação docente, no atual contexto educacional, demanda um novo olhar sobre os processos educativos, considerando as transformações tecnológicas e os desafios contemporâneos de ensino. Nesse cenário, a cultura *maker* apresenta-se como uma proposta que valoriza o fazer, a experimentação e a autoria, numa perspectiva que propõe uma ruptura com metodologias passivas.

O Movimento *Maker* surgiu como desdobramento da cultura do “Faça Você Mesmo” (*Do It Yourself - DIY*) e “Faça Com os Outros” (*Do It With Others - DIWO*). Seu surgimento respondeu tanto à massificação industrial (Anderson, 2012) como à demanda por aprendizagem “mão na massa” (*hands-on*), segundo a qual a cocriação substitui a mera transmissão de conhecimento. Com a industrialização, perdeu-se o contato direto com as ferramentas e o modo de fabricação, gerando uma necessidade de construir, modificar e consertar com as próprias mãos.

Ao ganhar força no ano de 2005, o termo *maker* começou a ser utilizado a partir da popularização da revista *Make* (*MAKE Magazine* ou *MAKE Zine*, no nome original), criada por Dale Dougherty nos Estados Unidos. No ano seguinte, foi organizada a primeira Feira *Maker*, que posteriormente tornou-se um ponto de encontro anual de adeptos em algumas cidades de outros países. Nesse contexto, Dougherty (2012) ressalta que o movimento transformou social, cultural e tecnologicamente o comportamento das pessoas, que agora não são apenas consumidoras.

Essa filosofia do “aprender fazendo” ancora-se em sólidas bases pedagógicas, dialogando diretamente com a tradição construtivista. A premissa central do movimento

encontra eco na célebre afirmação de Piaget (1975, p. 7), para quem “conhecer é modificar, transformar o objeto, compreender o processo dessa transformação e, conseqüentemente, compreender o modo como o objeto é construído”. Essa noção é instrumentalizada pelo Construcionismo de Papert (1985), que defendia a construção de um “produto público” como o motor da aprendizagem. Nessa direção, o conceito proposto por Papert não se limita às criações concretas dos alunos, mas compreende o processo de ensino, no qual educadores e aprendizes co-constroem o conhecimento em um ciclo dialógico.

Desempenhando um papel fundamental, o trabalho em equipe nos projetos *maker* são colaborativos, incentivando a troca de conhecimento e a coletividade, sendo encorajados a identificar problemas, encontrar e implementar soluções. De acordo com Menezes (2020, p. 27), “pode-se resumir o Movimento *Maker* como um espaço de experimentação que permite aos usuários criar seus protótipos de um jeito rápido e barato, pois o que muda não são apenas os processos de produção, mas as oportunidades de aprendizado”. Dessa maneira, ao desenvolverem habilidades de resolução de problemas, promovendo a capacidade de inovação, os alunos desempenham não apenas o papel de consumidores de informações, mas também as transformam em ações.

Segundo Blikstein (2013), o Movimento *Maker* relaciona-se ao protagonismo do aluno no processo de construção do seu conhecimento, visto que explora assuntos de seu interesse. Assim, “nessa prática ocorre a valorização da experiência do educando, permitindo que ele aprenda com seus erros e acertos, com a satisfação em compreender assuntos e temas do seu próprio interesse que estão relacionados com seu cotidiano” (Blikstein, 2013, p. 19).

Com os avanços tecnológicos, a introdução da cultura *maker* dentro do contexto educacional representa uma ruptura com o ensino tradicional, colocando o aluno no centro do processo como protagonista da aprendizagem. Conforme enfatiza Azevêdo (2019, p. 31), “a cultura *maker* é uma forma de preparar os alunos para enfrentar os desafios do século XXI, pois ela estimula as crianças a serem criativas, a resolver problemas, a controlar o tempo no desenvolvimento de atividades e a serem inovadoras e criativas”.

No contexto da cultura *maker* competências podem ser desenvolvidas alicerçando descobertas e construções “ao desenvolver o espírito de investigação, sentir segurança quanto à própria capacidade de construir e aplicar, construir conhecimentos matemáticos” (Stella *et al.*, 2018, p. 5). Nesse cenário, incentivados pela exploração de impressão 3D, cortadoras a laser, robótica, arduino, entre outras, os sujeitos constroem saberes dotados de sentido real. Como defendem Oliveira, Santos e Souza (2018, p. 283), “é perceptível que a cultura *maker*

não influencia apenas nos aprendizados teóricos, não proporciona apenas uma ligação com os assuntos que são ou serão ministrados em sala, mas também provoca uma mudança de postura”.

Com efeito, essa transição do fazer discente para o saber docente materializa-se nos quatro pilares da cultura *maker* (Quadro 2), os quais assumem particular relevância quando aplicados à capacitação de professores. Nessa perspectiva, esses pilares funcionam como orientadores de um processo formativo que ultrapassa a simples familiarização com ferramentas tecnológicas e incentiva uma atuação investigativa.

Quadro 2 - Pilares principais da cultura *maker*

CRIATIVIDADE	COLABORAÇÃO	ESCALABILIDADE	SUSTENTABILIDADE
Novas soluções para situações cotidianas	Trabalho em equipe, com a troca de conhecimentos e ideias	Resoluções passíveis de serem produzidas em escala e com um custo acessível	Ressignificação do uso e da função de materiais dentro das possibilidades

Fonte: <https://www.clarity.com.br/os-4-pilares-do-movimento-maker-e-a-educacao-corporativa/>. Acesso em: 14 mar. 2024. Adaptado pela autora.

A cultura *maker* também está alinhada a valores contemporâneos como a sustentabilidade, o compartilhamento de saberes e o uso consciente das tecnologias. O fazer manual, integrado ao pensar crítico, transforma o espaço de investigação, onde o erro é reconhecido como parte essencial do processo de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, a cultura *maker*, pautada no “mão na massa”, na construção concreta e no envolvimento ativo dos sujeitos, representa esse novo paradigma educacional (Barbieri; Silva; Baccin, 2022).

Embora os princípios da cultura *maker* não sejam completamente inéditos na educação, eles vêm sendo reinterpretados e aplicados sob uma nova perspectiva, em consonância com os avanços tecnológicos, os contextos e as necessidades pedagógicas. Isso porque o ensino realizado por meio da experimentação, da manipulação e da resolução de problemas sempre esteve presente em correntes construtivistas. Nesse cenário, diversas ferramentas tecnológicas têm sido incorporadas ao contexto educacional e, entre elas, destaca-se a caneta de impressão 3D, que se apresenta como um recurso acessível e alinhado aos princípios da cultura *maker*.

2.3.2 Da ideia ao objeto com caneta de impressão 3D

A caneta de impressão 3D é uma inovação tecnológica que surgiu como uma alternativa mais simples e acessível às tradicionais impressoras 3D. Inventada por Maxwell Bogue, Peter Dilworth e Daniel Cowe, cofundadores da empresa 3Doodler, a ideia por trás da criação era realizar o preenchimento das imperfeições nas impressões 3D (Silveira, 2021), além

de simplificar o processo de impressão tridimensional e torná-lo mais acessível ao público em geral (Figura 2).

Figura 2 - Caneta de impressão 3D



Fonte: <https://learn.the3doodler.com/about/what-is-a-3d-pen/>. Acesso em: 15 abr. 2024.

Enquanto as impressoras 3D tradicionais são geralmente máquinas volumosas, com um custo mais alto e operam a partir de *softwares* de modelagem 3D, a caneta de impressão 3D é muito mais simplificada, viabilizando criações planas e em duas ou três dimensões, podendo criar traços no ar e até mesmo, soldar peças. Sua forma se assemelha a uma caneta comum, tornando-a fácil de segurar, manusear e o controlar a velocidade regulando a espessura dos traços, de finos a mais largos, dependendo da necessidade do usuário. A Figura 3 é o modelo de caneta que foi utilizado na pesquisa.

Figura 3 - Principais funções de uma caneta de impressão 3D



Fonte: <https://brincamundo.com.br/produto/caneta-3d/>. Acesso em: 15 abr. 2024.

Um dos componentes importantes da caneta de impressão 3D é o seu bico extrusor, que é responsável por extrudar o material de impressão, geralmente um filamento de plástico, e depositá-lo de maneira precisa para criar objetos bi ou tridimensionais. O material é aquecido até que atinja um estado semilíquido, facilitando sua deposição de maneira controlada pelo usuário. A qualidade do objeto final depende em grande parte da capacidade de controle e precisão do fluxo, como também da técnica utilizada na deposição do material.

No entanto, essa precisão depende do bom funcionamento do sistema de extrusão. Um dos desafios práticos mais comuns no manuseio da caneta 3D é o entupimento do bico, geralmente causado pelo uso de temperaturas inadequadas, seja muito baixa, impedindo a fusão completa do plástico, ou muito alta, o que pode carbonizar internamente resíduos de material. Outra causa comum de entupimento do bico é a retração incorreta do filamento, um mecanismo que, se mal executado ao pausar o projeto, pode deixar fragmentos que obstruem a passagem. A Figura 4, que exhibe os componentes internos da ferramenta, evidencia o mecanismo delicado do bico extrusor, onde tais obstruções ocorrem e podem comprometer o uso do equipamento.

Figura 4 - Caneta de impressão 3D aberta



Fonte: <https://ainanas.com/reviews/fomos-descobrir-como-funciona-por-dentro-uma-caneta-3d/>. Acesso em: 15 abr. 2024.

As canetas de impressão 3D operam em uma ampla faixa de temperatura, geralmente entre 60 °C e 240 °C. Essa temperatura derrete o filamento plástico que, ao ser extrudado e entrar em contato com o ar, arrefece rapidamente, solidificando-se como um material resistente. Como detalhado no Quadro 3, os diversos tipos de filamentos possuem temperaturas de fusão distintas, o que confere à ferramenta uma grande versatilidade e permite a escolha do material mais adequado para as necessidades de cada projeto.

Quadro 3 - Tipos de filamentos e respectivas temperaturas de fusão

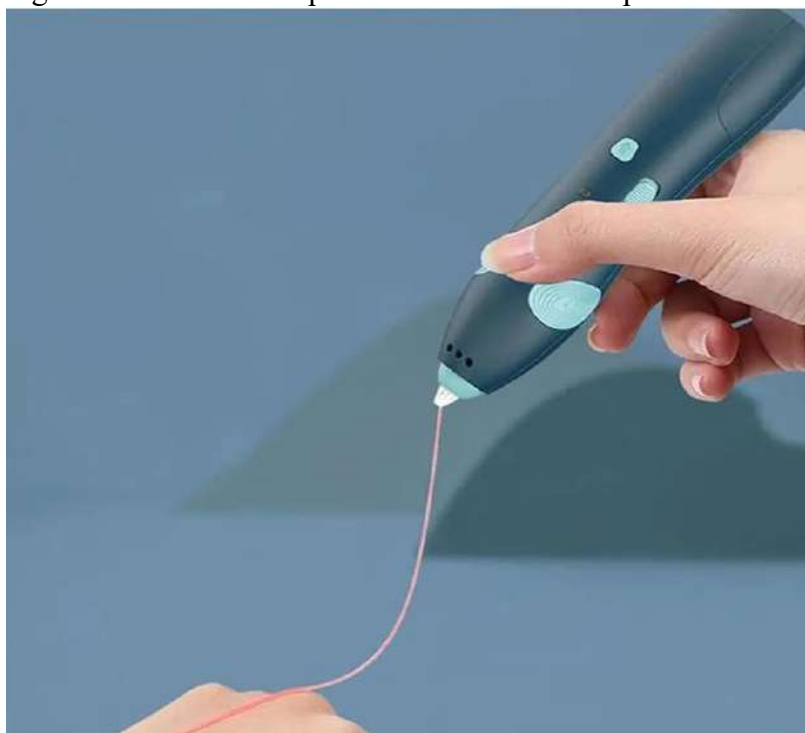
CARACTERÍSTICA	ABS (ACRILONITRILA BUTADIENO ESTIRENO)	PLA (POLIÁCIDO LÁCTICO)	PCL (POLICAPROLACTONA)
Ponto de Fusão	~ 210 °C a 250 °C	~ 180 °C	~ 60 °C
Origem	Derivado de petróleo	Fontes vegetais (milho, cana)	Sintético (biocompatível)
Segurança (Queimadura)	Risco alto	Risco moderado a alto	Muito seguro
Biodegradável?	Não	Sim (em compostagem industrial)	Sim
Ideal para	Peças mecânicas, protótipos funcionais e duráveis (uso profissional)	Impressão 3D geral, peças decorativas	Contextos educacionais, prototipagem segura, artesanato

Fonte: elaborado pela autora.

O Ácido Polilático (PLA) e a Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS) geralmente são os filamentos mais utilizados. O PLA, conhecido por sua facilidade de impressão, é uma opção sustentável por ser um tipo de plástico biodegradável e sem odor forte. O ABS possui excelentes propriedades mecânicas, ideais para objetos que requerem firmeza e durabilidade, como, por exemplo, a sua resistência a impactos e a altas temperaturas e boa estabilidade dimensional, o que faz dele um filamento forte e rígido, de baixo custo, fácil de usar e ótimo para peças duráveis. Durante seu aquecimento, apresenta um odor comparado ao de um plástico queimado, sendo desaconselhável o manuseio em ambientes fechados.

Atualmente se destaca uma versão de caneta de impressão 3D que opera sem fio e em baixa temperatura, utilizando filamentos como o PCL, um bioplástico que se funde a temperaturas seguras ao toque, em torno de 60 °C (Figura 5). O PCL é um material seguro e não tóxico, tanto que é amplamente utilizado na área médica para aplicações como suturas absorvíveis, implantes e sistemas de liberação de medicamentos. A autonomia energética e segurança térmica tornam a caneta ideal para o manuseio por crianças pequenas e iniciantes, pois eliminam o risco de queimaduras e as restrições de um cabo de alimentação, proporcionando uma maior liberdade para seu uso.

Figura 5 - Caneta de impressão 3D de baixa temperatura



Fonte: <https://www.mytrendyphone.pt/shop/caneta-impressao-3d- baixa-temperatura- sem-fios-criancas-272475p.html>. Acesso em: 18 maio 2025.

Considerando os aspectos técnicos e funcionais apresentados, evidencia-se que a caneta de impressão 3D é um recurso com viabilidade concreta para o contexto educacional. Sendo assim, a simplicidade operacional e custo acessível alinham-se diretamente à filosofia *maker* de democratizar a criação, enquanto a habilidade de dar forma física a conceitos abstratos a torna um instrumento ideal para a aprendizagem pela ação e ao “aprender fazendo”.

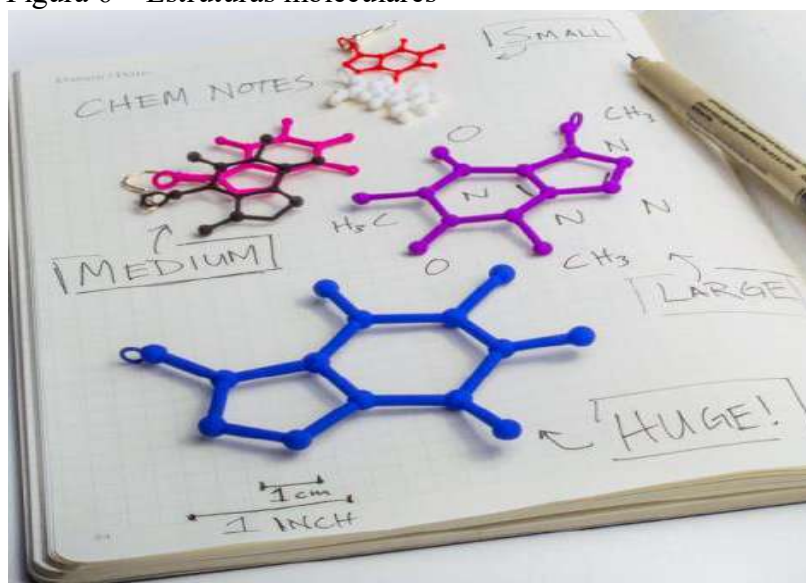
2.3.3 A caneta de impressão 3D como recurso didático em diferentes áreas do conhecimento

Nesse cenário de expansão, a caneta de impressão 3D como recurso pedagógico tem se destacado em diferentes contextos educacionais para além da Matemática. Pesquisas recentes demonstram sua aplicação em componentes curriculares, como Biologia, Química e História, sobretudo na construção de modelos anatômicos, estruturas moleculares, artefatos históricos e representações tridimensionais.

No âmbito da educação inclusiva, estudos evidenciam sua pertinência na produção de materiais táteis e adaptados, ampliando a participação dos estudantes com deficiência visual. Outros estudos discutem sua aplicação em projetos sociais, integrando-a à educação empreendedora e a cultura *maker*, enfatizando a importância de metodologias pedagógicas inovadoras para explorar a usabilidade no âmbito escolar.

O estudo de Fleta (2016) explora a aplicação da caneta de impressão 3D em diferentes campos do conhecimento, como na Biologia, para criar figuras tridimensionais de órgãos ou animais, na Química, com o desenho de moléculas e na disposição dos átomos (Figura 6), na Matemática, com a criação de gráficos tridimensionais de funções, e na História, para representar fósseis, lugares históricos ou obras de arte. Büyükekşi, Çolakoğlu e Yavuz (2020), e Bernard e Mendez (2020) estudam em suas pesquisas os efeitos das aplicações tridimensionais com a caneta no desenho de estruturas moleculares.

Figura 6 – Estruturas moleculares



Fonte: Fleta, *Aplicaciones didácticas del bolígrafo 3D*. (2016, p. 20). Acesso em: 18 maio 2025.

Outra vertente de aplicação da caneta de impressão 3D, conforme aponta a literatura, é seu uso em contextos que visam ao desenvolvimento de competências para a cidadania e a inovação social. A pesquisa de Nunes e Moreira (2018) a utilizou para desenvolver em estudantes de um projeto social a capacidade de aplicar inovação e adaptabilidade. Essa perspectiva é complementada por Lopes *et al.* (2019), que destacam a aplicação de atividades *maker*, incluindo o uso da caneta, para despertar a consciência coletiva sobre a responsabilidade social inerente ao ato de criar.

No campo da inclusão, Tu *et al.* (2020) e Santos e Cavalcante (2023) ressaltam as vantagens do uso da caneta de impressão 3D na produção de desenhos em relevo, ampliando as formas de expressão e compreensão através da exploração tátil. Nesse mesmo sentido, Silva e Stadler (2022) desenvolveram uma proposta de adaptação da Tabela Periódica utilizando marcação a laser, escrita em Braille e a modelagem tridimensional para deficientes visuais.

As pesquisas apresentadas refletem a expansão e inovação contínua no campo da

educação, explorando a caneta de impressão 3D, para enriquecer o processo de aprendizagem em diferentes componentes curriculares. Sua utilização no ambiente escolar dialoga com as premissas da aprendizagem significativa de Ausubel (1980), num contexto de ensino no qual o estudante pode relacionar o novo conteúdo com seus conhecimentos prévios por meio da ação concreta. Na Geometria, essa experiência sensorial é fundamental para que o estudante desenvolva o pensamento espacial, reconheça propriedades das formas e compreenda relações entre figuras geométricas planas espaciais.

2.3.4 Pesquisas sobre a caneta de impressão 3D no ensino e aprendizagem da Matemática

O mapeamento da literatura recente-evidencia que a utilização da caneta de impressão 3D como recurso didático na educação matemática tem sido objeto de crescente interesse e pesquisa, explorando suas contribuições em diversos contextos matemáticos e para diferentes públicos. As investigações incluem desde estudos sobre impactos cognitivos e formativos até pesquisas voltadas para alunos com deficiência visual.

Para mapear o estado da arte sobre o tema, foi conduzida uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL). O processo de seleção dos artigos foi pautado por um conjunto de critérios de inclusão (CI) e critérios de exclusão (CE). Inicialmente, foi realizada uma busca automatizada nos repositórios e bases de dados eletrônicas nacionais e internacionais e, posteriormente, aplicou-se uma filtragem manual para os resultados retornados, seguindo os CI e CE expostos no Quadro 4:

Quadro 4 - Critérios de inclusão e exclusão

Critérios de Inclusão (CI)	Critérios de Exclusão (CE)
CI 1. Trabalhos completos.	CE 1. Trabalhos que contemplem apenas revisão sistemática ou de revisão teórica.
CI 2. Estudos em inglês, português ou espanhol publicados nos últimos 8 anos.	CE 2. Publicações que não contemplem o ensino de Matemática.
CI 3. Abordagem com a caneta de impressão 3D no ensino de Matemática, independente da aplicabilidade e metodologia utilizada.	CE 3. Estudos indisponíveis para download gratuito.

Fonte: elaborada pela autora.

As bases de dados e repositórios consultados na pesquisa foram: ERIC - *Education Resources Information Center*, Google Acadêmico, Portal de Periódicos CAPES/MEC, *Mendeley*, *ResearchGate*, Anais do Encontro Nacional de Educação Matemáticas - ENEM e do Congresso Nacional de Educação - CONEDU. Outras bases foram consultadas, como ACM

Digital Library, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações - BDTD, *IEEE Xplore*, *SciELO* e *Scopus*, mas não se obteve êxito com as *strings* determinadas. A busca inicial retornou 62 estudos e, após a aplicação rigorosa dos filtros, 10 pesquisas foram selecionadas para compor a análise desta revisão, conforme detalhado no Quadro 5.

Quadro 5 - Pesquisas relacionadas

N. 1	Título - Drawing off the page: How new 3D technologies provide insight into cognitive and pedagogical assumptions about mathematics	Ano: 2018
Autores: NG, Sinclair e Davis		
Objetivo: investigar algumas das possíveis consequências das tecnologias emergentes que possibilitam desenhar em três dimensões e interagir com o que é desenhado como um objeto em 3D.		
N. 2	Título - Ensino de ângulos com a caneta 3D	Ano: 2019
Autores: Aguiar, Silveira e Frizzarini		
Objetivo: verificar a possibilidade de ensinar o conceito de ângulos para cegos com o uso de canetas 3D.		
N. 3	Título - Caneta 3D: Uma nova perspectiva para o ensino de Matemática para cegos	Ano: 2019
Autores: Silveira, Aguiar e Frizzarini		
Objetivo: verificar a possibilidade de inserção de canetas 3D como recurso auxiliar no ensino de Matemática para cegos.		
N. 4	Título - Exploring differences in primary students' geometry learning outcomes in two technology-enhanced environments: dynamic geometry and 3D printing	Ano: 2020
Autores: Ng, Shi e Ting		
Objetivo: explorar as diferenças nos resultados de aprendizagem de geometria em dois ambientes aprimorados por tecnologia, um que envolve representações dinâmicas e visuais da geometria e outro que envolve ações incorporadas de construção de sólidos físicos em 3D.		
N. 5	Título - Towards a materialist Vision of 'Learning as making': the case of 3D printing pens in school Mathematics	Ano: 2020
Autores: Ng e Ferrara		
Objetivo: discutir a contribuição para o avanço de uma perspectiva materialista do aprendizado de Matemática e as implicações para uma pedagogia e um currículo de "aprender como fazer".		
N. 6	Título - A caneta 3D na sala de aula inclusiva: possibilidades para o ensino de Matemática a alunos com deficiência visual	Ano: 2021
Autor(a): Silveira		
Objetivo: investigar a possibilidade de utilização da caneta 3D em salas de aula do ensino regular para que alunos com deficiência visual acessem representações matemáticas através da identificação tátil.		
N. 7	Título - Doing Mathematics with 3D pens: five years of research on 3D printing integration in Mathematics classrooms	Ano: 2021
Autores: Ng e Ye		

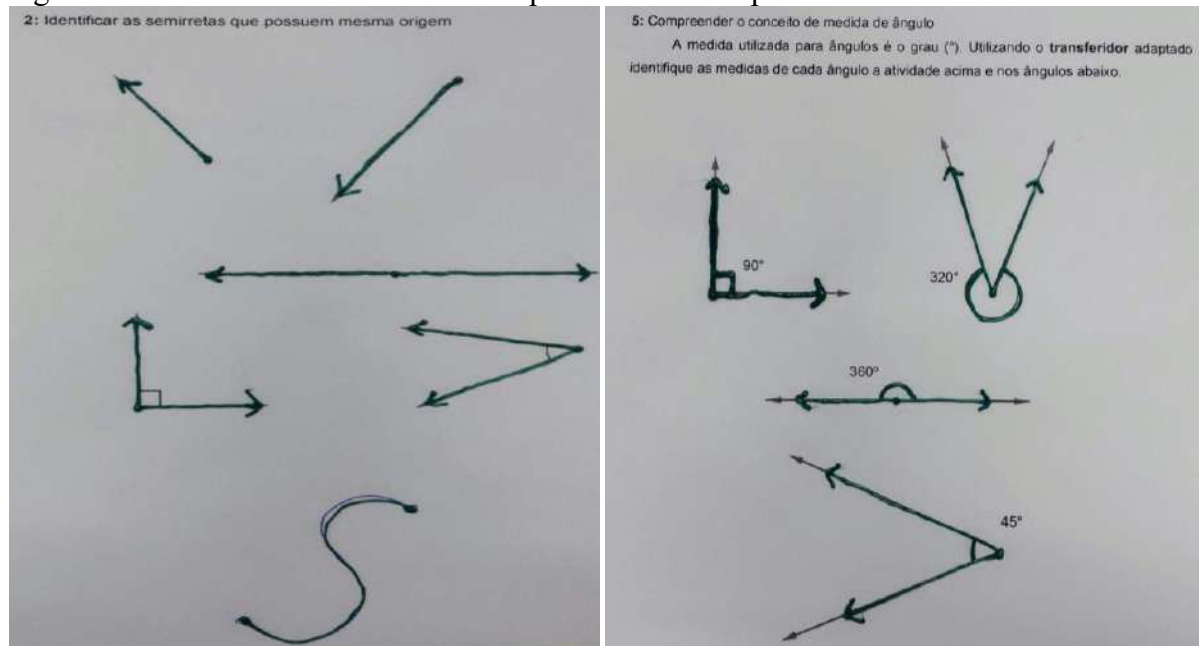
Objetivo: discutir as possíveis mudanças no modo de pensar, aprender e fazer matemática que podem resultar do uso de canetas 3D.		
N. 8	Título - A exploração tátil de representações geométricas produzidas com a caneta 3D: uma ferramenta para o ensino de estudantes cegos	Ano: 2023
Autores: Silveira, Aguiar e Frizzarini		
Objetivo: investigar o uso da caneta 3D na produção de materiais em relevo visando o acesso a representações de objetos matemáticos por estudantes cegos por meio da exploração tátil.		
N. 9	Título – Geometria para pessoas com deficiência visual: a caneta 3D na produção de imagens geométricas táteis para a promoção do ensino	Ano: 2025
Autores: Silva <i>et al.</i>		
Objetivo: produzir um fascículo tátil de figuras geométricas, conforme indicações da BNCC (2018), voltado ao ensino-aprendizagem de estudantes com deficiência visual.		
N. 10	Título - Modelagem Matemática <i>Maker</i> : uma experiência com a caneta 3D	Ano: 2025
Autores: Reis; Santos e Brandão		
Objetivo: apresentar a caneta 3D como recurso didático no ensino de coordenadas cartesianas fundamentada na Modelagem Matemática <i>Maker</i> .		

Fonte: elaborado pela autora.

As discussões sobre o uso de canetas de impressão 3D no ensino de Matemática têm revelado caminhos distintos, mas convergentes, para compreender o papel da materialidade na aprendizagem. Em um desses caminhos, Ng, Sinclair e Davis (2018) investigaram como o desenho e a manipulação tridimensional podem alterar a forma como os estudantes constroem ideias matemáticas. Os autores mostram que, quando se transforma esboços em objetos físicos, a caneta 3D desafia fronteiras tradicionais entre diagramas e materiais manipuláveis, permitindo que noções como função, cálculo, triângulo ou congruência sejam revisitadas a partir de gestos concretos, não apenas como abstrações estáticas. A materialidade produzida pelos estudantes torna-se um recurso que amplia possibilidades de raciocínio e diversifica o repertório de representações usado em sala de aula.

Os resultados do estudo de Aguiar, Silveira e Frizzarini (2019) investigaram em seu estudo o ensino do conceito de ângulos para cegos com o uso de canetas de impressão 3D, de forma que concluiu que o ensino de ângulos de maneira diferenciada aos alunos cegos é possível, e a caneta de impressão 3D viabiliza que o aluno realize a identificação tátil das formas gráficas, facilitando a compreensão dos conceitos (Figura 7). Em continuidade, Silveira, Aguiar e Frizzarini (2019) ampliaram a investigação, abordando relevos, construção de figuras e gráficos táteis, com maior flexibilidade durante as aulas de Matemática.

Figura 7 - Atividades com o relevo feito pela caneta de impressão 3D



Fonte: Aguiar, Silveira e Frizarini, Ensino de ângulos com a caneta de impressão 3D (2019, p. 10).

Outra vertente pode ser observada no trabalho de Ng, Shi e Ting (2020), que compararam dois ambientes de aprendizagem, um com um conjunto de canetas de impressão 3D e outro que utilizou a aplicação de um o *software* de geometria dinâmica para o estudo das relações entre o número de vértices, arestas e faces de prismas e pirâmides (Figura 8). Os resultados demonstraram que os estudantes que trabalharam com o programa tiveram um melhor desempenho geral, enquanto os que utilizaram a caneta demonstraram uma maior retenção das propriedades estudadas. A partir desses achados, os autores destacam que diferentes tecnologias podem coexistir de maneira complementar no ensino de geometria.

Figura 8 - A computer applet that performs virtual transformations of various 3D figures



Fonte: Ng, Shi e Ting, *Exploring differences in primary students' geometry learning outcomes in two technology-enhanced environments: dynamic geometry and 3D printing*, (2020, p. 3).

A articulação entre a cultura *maker* e o ensino de Matemática aparece de forma explícita nas pesquisas de Ng e Ferrara (2020) quando observaram que a partir da construção de prismas e seções transversais com canetas de impressão 3D, os alunos “co-constroem significados”, materializando conceitos abstratos, assim, dialogando com a visão construcionista. Em um outro estudo, Ng e Ye (2021) discutiram as mudanças no modo de pensar, aprender e fazer matemática com o uso da caneta numa pesquisa que ressalta a importância do recurso na aprendizagem de geometria, funções e cálculo nas salas de aula de matemática do ensino fundamental e médio.

A inclusão também tem ganhado espaço com estudos como o de Silveira (2021), que discute como a caneta de impressão 3D amplia o acesso aos conteúdos matemáticos e promove autonomia aos estudantes cegos, que podem interagir diretamente com representações antes dependentes de descrições verbais. Desse modo, a exploração tátil dos relevos nas representações de objetos matemáticos teve como propósito aprofundar o reconhecimento de propriedades matemáticas e a formação de conceitos, trazendo benefícios no processo de ensino e aprendizagem de estudantes cegos, concluindo, portanto, que a caneta de impressão 3D é um recurso auxiliar na produção de atividades inclusivas em aulas de Matemática.

Em pesquisas mais recentes, Silva *et al.* (2025) e Reis; Santos e Brandão (2025) analisaram as contribuições da caneta de impressão 3D como recurso didático na aprendizagem matemática. O estudo de Silva *et al.* (2025) desenvolveu um fascículo com figuras geométricas táteis para o ensino de pessoas com deficiência visual, integrando a tecnologia de canetas de impressão 3D, a escrita em Braille e as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Observaram “que a produção de recursos táteis, aliada à validação prática os com próprios usuários, é fundamental para tornar o ensino da geometria mais acessível às pessoas cegas” Silva *et al.* (2025, p. 1).

Enquanto Reis; Santos e Brandão (2025, p. 12), apontam “a experiência com o uso da caneta de impressão 3D como recurso didático no âmbito da Modelagem Matemática *Maker* revelou-se eficaz na representação de conceitos abstratos, como as coordenadas cartesianas, ao estimular a criatividade, o pensamento espacial”. De acordo com os autores, a atividade experiencial realizada com estudantes do curso de Pedagogia, com a conexão entre a teoria e prática transforma atividades que tradicionalmente permaneceriam no plano abstrato ou em papel, em realizações concretas (Figura 9).

Figura 9 - Construção de malhas com diferentes unidades de área



Fonte: Reis; Santos e Brandão, *Modelagem Matemática Maker: uma experiência com a caneta 3D* (2025, p. 9).

Os estudos analisados empregaram metodologias diversas: desde experimentos controlados com grupos comparativos (Ng; Ye, 2021) até pesquisas qualitativas baseadas em estudos de caso múltiplos com estudantes cegos (Silveira; Aguiar; Frizarini, 2019). Percebe-se, assim, a predominância de metodologias mistas, combinando análise de desempenho em testes padronizados com observação de interações em sala de aula.

A pluralidade metodológica enriquece a compreensão dos fenômenos, revelando a necessidade de padronização de instrumentos de avaliação capazes de mensurar objetivamente os ganhos cognitivos específicos proporcionados pela caneta de impressão 3D. Dessa forma, o capítulo a seguir expõe os procedimentos metodológicos que nortearam a pesquisa, fundamentando a coleta e a análise dos dados de modo a garantir a fidedignidade dos resultados obtidos.

3 PERCURSO METODOLÓGICO

Apresentam-se neste capítulo os aspectos referentes aos procedimentos metodológicos adotados neste estudo, incluindo o tipo de abordagem, os participantes, o contexto de aplicação, os instrumentos de coleta e as técnicas de análise dos dados.

3.1 Tipo de pesquisa

A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa de caráter exploratório, conforme apontada por Gil (2002) busca familiariza-se com o fenômeno ainda pouco explorado com a finalidade de “torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses” (Gil, 2002, p. 41).

O desenho metodológico foi orientado pelos princípios da ED, uma abordagem de pesquisa-ação que se destaca na didática da Matemática por integrar a investigação a esquemas experimentais. Conforme aponta Almouloud (2007), esse método pode ser utilizado em pesquisas que estudam um processo de ensino de um objeto matemático. O processo é composto de quatro fases bem definidas e relacionadas entre si: análises preliminares, análise *a priori*, experimentação e análise *a posteriori*, conforme exposto na Figura 10.

Figura 10 - Etapas e descrições da Engenharia Didática



Fonte: elaborado pela autora, com base em Artigue (1996) e Almouloud (2007).

Essa escolha se justifica por sua pertinência em estudos que investigam processos de ensino de objetos matemáticos em contextos reais de formação docente (Artigue, 1996; Almouloud, 2007) validando as criações didáticas componentes da própria pesquisa.

A ED enfatiza que as realizações didáticas no âmbito das metodologias de pesquisa são parte integrante do processo investigativo, posiciona a oficina pedagógica como o cerne desta investigação. De acordo com Artigue (1996), as diferentes fases da ED são como um esquema experimental baseado em realizações didáticas feitas em sala de aula, sendo uma metodologia que estrutura a concepção, a realização, a observação e a análise de sequências de ensino.

Nesse sentido, como metodologia de pesquisa, de caráter qualitativo, a ED contribuiu para o estudo como um arcabouço estruturado que orientou o alcance dos objetivos. A escolha da ED justifica-se pela sua capacidade de articular, de forma intrínseca, a teoria e a ação docente, para investigar o uso da caneta de impressão 3D no ensino das figuras geométricas planas e espaciais. Ao invés de ser meramente descritiva, a ED se configurou como uma abordagem de intervenção, que propiciou a concepção, implementação e análise das situações didáticas. Para o prosseguimento da investigação, torna-se necessário apresentar os sujeitos envolvidos, o que será feito na seção seguinte.

3.2 Sujeitos da pesquisa

A pesquisa foi realizada com professores pedagogos regentes no 2º ano do EF de escolas da rede municipal de Fortaleza, localizada no Distrito de Educação 3. A seleção dos participantes deu-se por critérios de intencionalidade e acessibilidade, considerando que esse público corresponde diretamente aos objetivos da pesquisa. Participaram do estudo, inicialmente, 11 professores, que responderam a um questionário diagnóstico. Desses, três professoras participaram ativamente da oficina pedagógica.

A seleção das três professoras participantes da oficina pedagógica, dentre as 11 que responderam ao questionário diagnóstico inicial, foi guiada por critérios que visavam otimizar a relevância da intervenção. Além da acessibilidade e da intencionalidade em participar da pesquisa, buscou-se a diversidade de perfis em termos de tempo de experiência docente e familiaridade prévia com tecnologias educacionais, embora todas fossem pedagogas atuantes no 2º ano do EF.

A participação voluntária observada na fase de diagnóstico foi um dos fatores determinantes, indicou que as professoras tinham real interesse em experimentar novas

metodologias e incorporar recursos tecnológicos, como a caneta de impressão 3D, ao trabalho pedagógico. O contexto viabilizou uma análise das percepções e aprendizados, uma vez que as interações durante a oficina puderam ser observadas em um grupo reduzido que representava diferentes níveis de experiência e abertura à inovação pedagógica.

3.3 Lócus da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida em uma escola pública da rede municipal de educação de Fortaleza no Ceará, Escola Municipal Dom José Tupinambá da Frota (Apêndice A), fundada no ano de 1954 no bairro Bela Vista e localizada na regional 11, sob a supervisão do Distrito de Educação 3. A instituição atende atualmente cerca de 503 alunos e oferta os seguintes segmentos da educação básica: Educação Infantil (Infantil IV e V) e EF (1º ao 5º ano).

A estrutura física escolar conta com 10 salas de aula, biblioteca, quadra esportiva, pátio, banheiros, sala de Atendimento Educacional Especializado (AEE), secretaria e sala da gestão escolar. Cabe ressaltar que a escola não possui um laboratório de informática, sala de Inovação Educacional Google¹ e sala *maker*. Assim sendo, os recursos tecnológicos e as ferramentas digitais podem estar mais limitados. Essa condição, por outro lado, pode favorecer a exploração de iniciativas que estimulem soluções dialogando com as condições reais da instituição e incentivem a construção de estratégias compatíveis com o contexto escolar.

O corpo docente é composto por 28 professores pedagogos e educadores físicos, distribuídos nos turnos manhã e tarde. No que se refere especificamente às três turmas do 2º ano do EF, uma turma pela manhã e duas turmas à tarde, duas professoras são responsáveis pela condução de diferentes componentes curriculares (Português, Geografia, História, Ciências, Ensino Religioso e Artes), sendo que duas atuam diretamente com a Matemática. Essa estrutura reforça a pertinência de uma formação continuada focada em recursos didáticos inovadores para o componente curricular.

No que diz respeito as estratégias de ensino, a escola integra uma pluralidade de formas de ensino, como o modelo de ensino tradicional (expositivo), metodologias ativas e construtivistas, *gamificação* e o uso de materiais recicláveis em sala de aula. No entanto, até o

¹ Salas de inovação do Laboratório Experimental, em parceria com a *Google for Education*, é um equipamento que conta com *chromebooks*, lousa de cerâmica multi *touch* e impressora 3D, além de espaços adequados para o desenvolvimento de atividades pedagógicas.

momento da pesquisa, a instituição ainda não desenvolvia projetos voltados à cultura *maker* ou ao uso da caneta de impressão 3D, tema que fundamenta este estudo.

Apesar das limitações de infraestrutura tecnológica, o ambiente escolar demonstrou abertura para novas abordagens pedagógicas. Para capturar as percepções e experiências dos participantes nesse contexto, foram empregados diversos instrumentos de coleta de dados, os quais serão pormenorizados na seção seguinte.

3.4 Instrumentos e técnicas de coleta e análise de dados

A organização desta etapa da pesquisa pressupôs um olhar atento para as formas pelas quais os dados seriam recolhidos, interpretados e relacionados ao contexto da oficina pedagógica.

3.4.1 Coleta de dados

Para a condução desta investigação, foram utilizados diferentes instrumentos de coleta de dados, selecionados com a finalidade de reunir informações consistentes sobre as percepções, práticas e reações dos professores participantes. A combinação desses recursos possibilitou uma leitura ampla e contextualizada do processo formativo, articulando dados quantitativos e qualitativos de modo complementar.

O questionário estruturado com doze perguntas (Apêndice B), objetivas e subjetivas, foi entregue juntamente com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) a 11 professores antes da realização da oficina pedagógica (Apêndice C). O instrumento foi dividido em três partes, com o objetivo de traçar um perfil inicial dos participantes e suas concepções prévias:

1. Identificação do participante.
2. Ensino de Matemática e Geometria.
3. Uso de recursos pedagógicos para o ensino de Matemática.

Nas questões abertas, os respondentes relataram suas experiências e percepções de forma livre, utilizando suas próprias palavras, sem a limitação de alternativas previamente estabelecidas. Buscou-se captar elementos qualitativos sobre as concepções e desafios enfrentados no cotidiano escolar, auxiliando para a análise dos dados com informações contextualizadas e alinhadas à realidade dos participantes.

De forma complementar, utilizou-se o diário de campo (Apêndice D) para o registro sistemático das observações, percepções, vivências e experiências obtidas na aplicação da oficina. Esse instrumento serviu como apoio à memória, contribuindo para a reflexão e um olhar mais atento às nuances do processo de ensino e de aprendizagem vivenciado nos encontros do desenvolvimento da oficina pedagógica.

No diário de campo, foram priorizados registros detalhados sobre as interações entre os professores e os materiais (incluindo a caneta de impressão 3D), as dificuldades e facilidades observadas durante as atividades, bem como discussões e comportamentos não verbais que pudessem indicar engajamento ou desafios. Essa técnica acompanhou o desenvolvimento da oficina em tempo real, registrando interações, reações e comportamentos dos participantes durante as atividades e fornecendo um rico material para a análise qualitativa.

Os registros audiovisuais (vídeos, gravações de áudios e fotografias) também foram fundamentais à medida que capturaram nuances geralmente não percebidas por outros meios, pois documentaram o ambiente, objetos e registros relevantes à pesquisa. Especificamente, os vídeos focaram os momentos de construção ativa com a caneta de impressão 3D, as discussões em grupo e as apresentações dos professores, analisando gestos, expressões e a dinâmica das interações.

As gravações de áudio complementaram os vídeos, capturando as falas e discussões com maior clareza, enquanto as fotografias registraram os produtos finais das atividades e o ambiente da oficina. Esses registros serviram como material de apoio para a posterior análise e validação das informações obtidas por outros instrumentos, observando aspectos que vão além das palavras e que nem sempre são facilmente expressos verbalmente.

A entrevista semiestruturada (Apêndice E) foi realizada ao final da oficina com as participantes, com o objetivo de aprofundar os dados obtidos nas etapas anteriores. Nesse sentido, as perguntas buscaram compreender como os docentes avaliaram a experiência com a caneta de impressão 3D para o ensino das figuras geométricas planas e espaciais, quais aprendizagens foram construídas, os desafios enfrentados e as possibilidades percebidas para aplicação em sala de aula.

Os eixos temáticos que guiaram a entrevista incluíram: a relevância da oficina para a prática docente, a percepção sobre a aplicabilidade da caneta de impressão 3D no ensino das figuras geométricas planas e espaciais, as mudanças nas concepções sobre o ensino de Matemática e sugestões para futuras formações. A natureza semiestruturada explorou respostas inesperadas e temas relevantes que surgiram durante a conversa, complementando os dados do questionário e do diário de campo.

3.4.2 Análise de dados

A categorização dos dados nesta pesquisa foi conduzida segundo os princípios metodológicos propostos por Bardin (2011), os quais garantem rigor e validade ao processo analítico (Figura 11). Entre eles, destaca-se a exclusão mútua, que estabelece que “cada elemento não pode existir em mais de uma divisão” (Bardin, 2011, p. 149). Assim, cada informação foi alocada em apenas uma categoria, evitando sobreposições que poderiam comprometer a clareza da análise.

Figura 9 - Três fases da Análise de Conteúdo



Fonte: <https://ibpad.com.br/curso-analise-de-conteudo/>. Acesso em: 28 mar. 2024.

Nesse sentido, as categorias foram construídas de forma uniforme, respeitando os mesmos critérios de seleção. Para assegurar a homogeneidade, um único princípio de classificação foi aplicado de cada vez. A pertinência foi garantida pelo alinhamento das categorias com o referencial teórico e os objetivos da pesquisa. No que diz respeito à fidelidade e à objetividade, todo o *corpus* foi submetido a leituras e análises, garantiram que a codificação fosse aplicada de maneira consistente em todos os documentos evitando ambiguidades.

3.5 Desenho da pesquisa

A pesquisa foi conduzida a partir da metodologia da ED (Artigue, 1996), composta por quatro fases que orientaram a organização sistemática da investigação. Embora a ED não seja rigidamente linear, seu encadeamento lógico e flexível viabilizou planejar, conduzir e avaliar a intervenção com coerência e intencionalidade. O caráter interativo da ED mostrou-se adequado tanto para compreender as dificuldades do contexto quanto para viabilizar uma intervenção pedagógica, acompanhada de análise e validação empírica.

A seguir, serão descritas de forma detalhada as etapas que compuseram o desenho metodológico da pesquisa, conforme os princípios da ED.

3.5.1 *Análises preliminares*

Durante as análises preliminares, foram identificadas as condições reais de ensino para compreender as necessidades formativas dos professores e, assim, delinear as bases para a intervenção pedagógica. Essa fase explorou diferentes dimensões da pesquisa: revisão de referenciais teóricos, compreensão do contexto escolar e do campo de ensino das figuras geométricas planas e espaciais no EF.

O questionário aplicado aos 11 docentes do 2º ano do EF revelou limitações no uso de materiais concretos, o que evidencia limitações na mediação de conteúdos geométricos que demandam articulação entre percepção e abstração. Essa constatação reforça o que aponta Lorenzato (2006), ao afirmar que o ensino de geometria nas séries iniciais, muitas vezes, restringe-se a um trabalho superficial, desvinculado da vivência e da manipulação concreta. Desse modo, a abordagem centrada apenas em atividades de identificação visual, sem grandes explorações das propriedades, classificações ou relações espaciais, fragiliza a compreensão conceitual.

Na dimensão didática, foram analisados documentos oficiais, livros didáticos utilizados na turma investigada e práticas de ensino adotadas pelos professores. De acordo com a BNCC (2018), a geometria deve ser trabalhada de forma contextualizada, explorando formas, posições e movimentos no espaço, a fim de desenvolver nos alunos habilidades de visualização, representação e resolução de problemas. Nesse sentido, apesar das orientações normativas, esse campo do conhecimento ainda aparece em posição secundária quando comparado à aritmética.

3.5.2 *Análise a priori*

Na análise *a priori* deu-se o planejamento da intervenção didática, orientado pelas evidências levantadas na etapa preliminar da pesquisa. Delineou-se, assim, a proposta formativa, de modo a valorizar o protagonismo docente na produção de recursos pedagógicos e reelaboração das metodologias, desenvolvendo tanto competências didático-pedagógicas quanto o letramento tecnológico, em consonância com os objetivos da BNCC para o 2º ano do EF.

No planejamento dos recursos, foram estabelecidos moldes geométricos básicos que orientaram a produção das figuras planas de diferentes tamanhos, como quadrado, círculo, retângulo, triângulos equilátero, isósceles e escaleno e figuras espaciais, como cubo, paralelepípedo, pirâmide e cone. A definição desses moldes buscou contemplar tanto as habilidades previstas para o 2º ano do EF pela BNCC quanto as dificuldades relatadas pelas professoras na etapa preliminar da pesquisa. Além disso, foram considerados os limites técnicos da caneta de impressão 3D, visando garantir a viabilidade da construção e o uso pedagógico desses objetos.

A definição da proposta formativa e dos materiais foi embasada no referencial teórico discutido no segundo capítulo. Nesse panorama, a teoria de van Hiele orientou a organização das atividades em níveis progressivos de raciocínio geométrico; a perspectiva construtivista de Piaget e a abordagem *maker* (Papert, 1985; Blikstein, 2013) fundamentaram a ênfase na experimentação e na aprendizagem ativa; e os PCN/BNCC nortearam a seleção dos conteúdos e habilidades. Essa preparação detalhada foi fundamental para assegurar a coerência metodológica da intervenção e a viabilidade da experimentação didática, mantendo a articulação entre as intencionalidades da pesquisa e a escuta das participantes.

3.5.3 *Experimentação*

Esta etapa consistiu na implementação concreta da SD previamente estruturada, viabilizando a observação direta das interações entre as participantes, as propostas de atividade e os recursos utilizados. Inserida no escopo metodológico da ED (Artigue, 1996), nessa fase houve o confronto entre as hipóteses construídas teoricamente e a realidade da oficina, oferecendo fundamentos empíricos que sustentaram a análise de dados subsequentes.

A oficina se configurou como um espaço de formação continuada em que as professoras puderam modelar as figuras geométrica com a caneta de impressão 3D, vivenciando

cada etapa da SD. Para isso, a SD foi estruturada conforme os princípios descritos por Zabala (1988), ou seja, como um conjunto de atividades intencionalmente articuladas e coerentes entre si orientadas por objetivos educacionais previamente definidos e compartilhados com os participantes.

A escolha pela caneta de impressão 3D fundamentou-se na convicção de que tecnologias educacionais, quando utilizadas com intencionalidade pedagógica, podem ampliar a visualização, manipulação e compreensão de conceitos matemáticos muitas vezes considerados abstratos. Partindo desse princípio, a interação com esse recurso amplia a transposição didática (Chevallard, 1991) transformando conteúdos teóricos em experiências concreta, aproximando os saberes acadêmicos das realidades vividas pelas professoras no contexto escolar.

3.5.4 Análise *a posteriori*

A análise *a posteriori* constituiu a fase final da ED, reunindo o conjunto de reflexões necessárias para avaliar os caminhos percorridos na intervenção. Como destaca Artigue (1996) é nesse momento que se examina de forma cuidadosa o percurso realizado, confrontando as hipóteses iniciais com os resultados observados. A intenção foi compreender não apenas se os objetivos foram alcançados, mas como os participantes ressignificaram conceitos, ajustaram estratégias a partir da experiência vivenciada.

Para examinar qualitativamente o *corpus* documental (entrevistas, observações ou produções das professoras participantes) adotou-se a análise de conteúdo (Bardin, 2011) foi utilizada para examinar qualitativamente os dados coletados durante a oficina– constituindo uma leitura detalhada.

O processo seguiu três etapas:

1. Pré-análise: organização do material (transcrições, registros, respostas dos questionários e das entrevistas).
2. Exploração do material: codificação e categorização dos dados, identificando padrões e temas recorrentes.
3. Interpretação e inferência: relação entre as categorias encontradas e os objetivos da pesquisa, confrontando com a análise *a priori*.

Para a coleta e análise das informações, foram utilizados instrumentos metodológicos, sintetizados no Quadro 6:

Quadro 6 - Etapas da pesquisa, objetivos e instrumentos utilizados

ETAPA	OBJETIVO	INSTRUMENTO UTILIZADO
Análises preliminares	Diagnosticar o contexto, as práticas existentes e as necessidades formativas dos professores.	• Revisão de literatura • Análise documental • Questionário diagnóstico
Análise <i>a priori</i>	Conceber a SD (oficina), definir os materiais e antecipar possíveis resultados e comportamentos.	• Plano da SD • Roteiro da oficina • Moldes das figuras geométricas
Experimentação	Implementar a oficina pedagógica e coletar dados sobre as interações e práticas das participantes.	• Observação participante • Diário de campo • Registros audiovisuais (fotos, vídeos) • Entrevista semiestruturada
Análise <i>a posteriori</i>	Analisar o conjunto de dados, validar as hipóteses e interpretar os resultados à luz da teoria.	• Análise de Conteúdo dos dados de todas as fases

Fonte: elaborado pela autora.

O tratamento final dos resultados envolveu a formulação de interpretações sustentadas pelas categorias criadas, articulando-as com os referenciais teóricos que fundamentam a pesquisa.

4 OFICINA E E-BOOK “CRIANDO FORMAS COM A CANETA DE IMPRESSÃO 3D”

Este capítulo descreve o percurso de planejamento, execução e validação do PED desenvolvido no âmbito do mestrado profissional do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Educacional (PPGTE). O PED concretiza por meio de uma oficina pedagógica e em um e-book, ambos direcionados à formação de professores do 2º ano do EF, explorar a elaboração de materiais manipuláveis para o ensino das figuras geométricas planas e espaciais mediada pela caneta de impressão 3D como recurso pedagógico.

A elaboração de um PED, de acordo com Ribeiro (2005), representa uma das principais distinções entre o mestrado profissional que visa à aplicação do conhecimento para solucionar demandas reais do contexto de trabalho. Nesse sentido, a proposta buscou aproximar teoria e prática, alinhando-se aos objetivos do PPGTE ao integrar saberes acadêmicos e experiências docentes.

4.1 A oficina “Caneta de impressão 3D: materializando figuras geométricas planas e espaciais para o ensino do 2º ano do Ensino Fundamental”

A oficina foi concebida no contexto de uma pesquisa aplicada fundamentada na ED com o propósito de investigar o uso pedagógico da caneta de impressão 3D na construção de materiais concretos que dessem suporte a exploração, a visualização e a compreensão das figuras geométricas, em consonância com os objetivos de aprendizagem previstos na BNCC (2018) e pressupostos da cultura *maker*.

A intervenção foi realizada em uma escola da rede pública municipal de Fortaleza e contou com a participação de três professoras pedagogas atuantes no 2º ano do EF. É importante salientar que, devido a desafios logísticos e à dinâmica da rotina escolar, a aplicação precisou ser transferida de sua unidade inicial para outra da mesma rede, garantindo a continuidade e a execução integral da SD planejada.

Para atender aos objetivos propostos, a oficina foi organizada em cinco encontros presenciais, com duração média de duas horas cada, nos quais se articularam momentos de teoria, experimentação e reflexão.

A SD foi desenhada de forma progressiva, respeitando os níveis de familiaridade das participantes com a caneta de impressão 3D, conforme detalhado no Quadro 7.

Quadro 7 - Distribuição dos encontros da oficina

ETAPA	TEMA	OBJETIVOS
Primeiro encontro	Conhecendo a caneta de impressão 3D	Apresentar a caneta de impressão 3D, componentes, funcionamento básico e os cuidados essenciais para seu uso seguro.
Segundo encontro	Da teoria à prática com a caneta de impressão 3D	Proporcionar o manuseio inicial da caneta de impressão 3D pelas participantes com a experimentação a partir de modelos simples em 2D, como continuidade da apresentação técnica do encontro anterior.
Terceiro encontro	Estudo do currículo na construção das figuras planas	Relacionar a experimentação com a caneta de impressão 3D aos tópicos geométricos da BNCC para o 2º ano do EF, direcionando a análise para o ensino das figuras geométricas planas e espaciais.
Quarto encontro	Integração das figuras planas na construção das figuras espaciais	Consolidar os conhecimentos sobre figuras planas e compreender sua função como elementos estruturantes das figuras espaciais (cubos, prismas, pirâmides). Utilizar a caneta de impressão 3D como recurso de mediação para construção de conceitos abstratos da geometria espacial.
Quinto encontro	Planificando ideias e construindo figuras geométricas espaciais	Realizar a montagem final das figuras espaciais a partir das faces produzidas anteriormente, promovendo a compreensão dos atributos das formas tridimensionais (número de faces, vértices, arestas, tipos de figuras planas que os compõem).

Fonte: elaborado pela autora.

A teoria dos níveis de pensamento geométrico de van Hiele (1986) fundamentou a SD, partindo da premissa que os educadores, assim como os estudantes, podem estar em diferentes níveis de raciocínio. As atividades foram planejadas para conduzir as participantes do nível de Visualização, em que as figuras são reconhecidas por sua aparência, ao nível de Análise, em que as propriedades são identificadas e descritas.

Com essa estrutura teórica e metodológica definida, as seções a seguir passam a detalhar a execução de cada um dos cinco encontros.

4.1.1 Primeiro encontro: conhecendo a caneta de impressão 3D

O primeiro encontro da oficina teve como escopo a apresentação da caneta de impressão 3D às participantes. Conforme o objetivo delineado no Quadro 7, foram apresentados os principais componentes do equipamento, como os tipos de filamento (PLA e ABS), características, tempo de aquecimento, cuidados de manuseio e protocolos de segurança. A intenção, neste momento inicial, foi garantir a compreensão da lógica de operação do recurso antes de qualquer experimentação.

Este encontro também cumpriu uma etapa fundamental da ED, as análises preliminares. Durante o diálogo, as professoras relataram experiências anteriores com tecnologias e os desafios enfrentados no uso pedagógico de recursos digitais, bem como

expuseram o contexto de escolas públicas com infraestrutura limitada. Os desafios foram expostos, como ilustra a fala da Professora Participante 1 (PP1): “A gente até recebe os equipamentos, mas muitas vezes eles vêm sem uma formação adequada”, evidenciando a evidente dissociação entre a oferta as tecnologias e os processos formativos necessário a implementação no ensino.

O diálogo inicial, por um lado, materializou o conceito de reflexão sobre a ação proposta por Schön (1992), possibilitando que as professoras analisassem criticamente suas práticas e experiências à luz das situações vivenciadas. No contexto da pesquisa, as discussões contribuíram para a compreensão do cenário educacional, dos saberes prévios das participantes e dos obstáculos didáticos existentes, elementos fundamentais para orientar as decisões pedagógicas ao longo da SD.

Na sequência do encontro, as professoras tiveram o primeiro contato visual e tátil (Figura 12) com a caneta de impressão 3D e os filamentos, visualizando os componentes do recurso. Nessa oportunidade, elas puderam observar as características físicas dos filamentos PLA e ABS, como textura e flexibilidade, bem como compreender a importância de cada um na produção dos desenhos e estruturas tridimensionais. Esse momento contribuiu para quebrar possíveis resistências ou inseguranças quanto ao uso da caneta, estabelecendo um vínculo inicial para a posterior experimentação e o desenvolvimento das habilidades necessárias para o manuseio autônomo nos encontros seguintes.

Figura 12 - Primeiras observações da caneta de impressão 3D



Fonte: acervo oficina.

A etapa de apresentação e manuseio inicial configurou um momento importante do processo, alinhando-se à compreensão de Moran (2013) sobre o percurso necessário para que

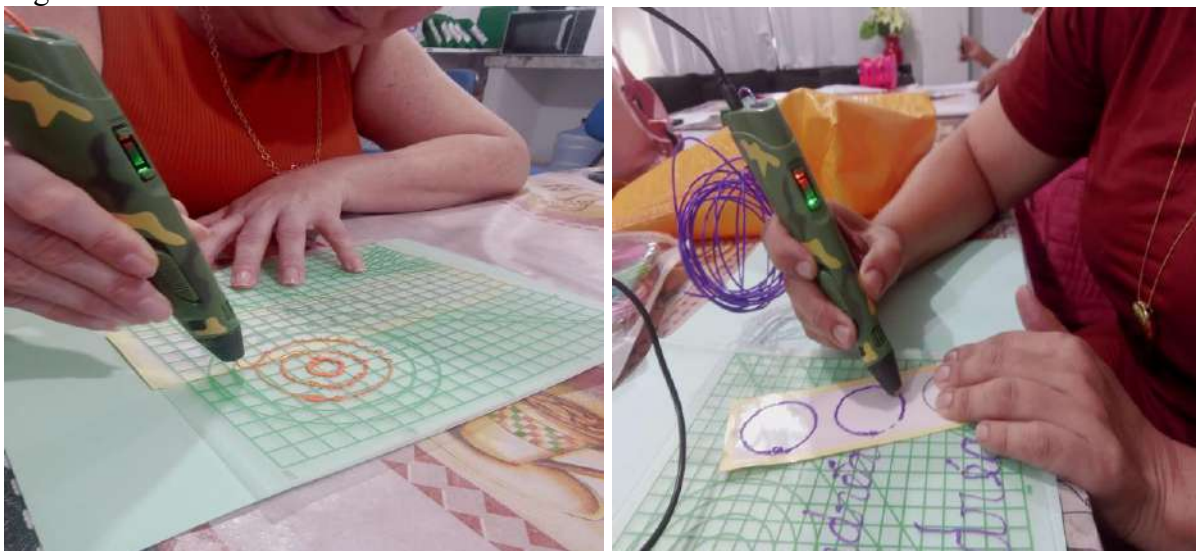
uma tecnologia seja integrada ao cotidiano escolar, um caminho que se inicia pela apropriação técnica e compreensão de suas possibilidades de uso.

4.1.2 Segundo encontro: da teoria à prática com a caneta de impressão 3D

Na sequência, deu-se início a experimentação com a caneta de impressão 3D, marcando uma transição entre a apresentação técnica realizada anteriormente e a aplicação das orientações. O planejamento partiu da familiaridade inicial, que precisava ser ampliada por meio da vivência, a partir de um material de apoio previamente preparado, com modelos simples de traçados e formas em duas dimensões. Assim, o encontro foi iniciado com uma breve retomada dos aspectos técnicos sobre o funcionamento da caneta, como os tipos de filamento, as temperaturas ideais para cada material e os cuidados essenciais durante o uso.

Nessa etapa (Figura 13), as participantes realizaram exercícios de motricidade utilizando moldes de apoio, compostos por traços simples em duas dimensões. As atividades visaram aprimorar a coordenação fina, a percepção espacial e o controle do fluxo da caneta. Sob a ótica de van Hiele, esse momento corresponde ao reconhecimento global das figuras, priorizando a aparência visual antes de avançar para a decomposição de seus elementos constituintes, como lados e vértices.

Figura 13 - Manuseio inicial



Fonte: acervo oficina.

A experimentação, inicialmente conduzida, passou gradualmente a ser mais autônoma à medida que as docentes ganhavam confiança e precisão nos movimentos,

avancando para traços livres. Nesse momento que o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal de Vygotsky (1994) se tornou visível, uma vez que com a intervenção pontual da pesquisadora, as professoras avançaram dos moldes de apoio para a escrita do próprio nome (Figura 14).

Figura 14 - Atividade de escrita do nome



Fonte: acervo da oficina.

O aspecto técnico desse momento trouxe reflexões sobre as possibilidades didáticas da caneta de impressão 3D em sala de aula, ampliando a visão sobre sua aplicabilidade no ensino de geometria. Tal perspectiva dialoga com Valente (2007), ao afirmar que a simples introdução de aparatos tecnológicos não transforma a prática, sendo necessário que os recursos sejam compreendidos em sua dimensão educativa.

A proposta também dialogou com os princípios da cultura *maker*, valorizando a criação manual e o protagonismo dos sujeitos no processo de aprendizagem, ilustrada pela fala da Professora 2 (PP2) “no começo a mão treme, a gente segue a linha com medo de errar. Mas quando eu consegui escrever meu nome, sem molde nenhum, eu pensei: nossa, eu consigo mesmo! Já estou imaginando fazer as letras do alfabeto, uns projetos com as crianças”.

Nesse sentido, ao longo da experimentação, foram surgindo ideias de aplicação da caneta de impressão 3D extrapolavam o campo da Matemática e dialogavam com outras áreas do currículo. Essa abertura para conexões mais amplas aproxima-se do entendimento de Fazenda (1994), que compreende a interdisciplinaridade como uma atitude de diálogo, escuta e construção conjunta, na qual diferentes saberes se encontram para gerar novos modos de compreender e agir. Também vai ao encontro de Almeida e Valente (2011), ao defenderem a articulação com diferentes áreas do conhecimento por meio do uso crítico das tecnologias.

4.1.3 Terceiro encontro: estudo do currículo na construção das figuras planas

Configurando como uma etapa de articulação entre a experimentação e a análise curricular, o terceiro encontro, assumiu função estruturante na concepção da SD. A análise dos objetivos de aprendizagem da BNCC (2018) referentes à Geometria no 2º ano do EF, particularmente aqueles associados à identificação de figuras geométricas planas e espaciais, assegurando a coerência entre os referenciais teóricos, a proposta metodológica e o currículo.

Esse momento foi de exploração das competências e habilidades que envolvem o reconhecimento, a nomeação e a descrição das figuras geométricas planas e espaciais, numa reflexão de como os conteúdos podem ser abordados no 2º ano. Dessa forma, a proposta articula-se aos princípios da cultura *maker* e do Construcionismo de Papert (1985), compreendendo o “fazer” com uma ação pedagógica intencional e não como uma atividade espontânea ou descontextualizada.

A partir dessa base teórica, as professoras retomaram o manuseio da caneta de impressão 3D direcionando a atividade para a elaboração de representações de figuras geométricas planas bidimensionais. A intencionalidade da proposta era fazer com que a atenção se voltasse naturalmente para seus elementos constitutivos, como lados, vértices e arestas, consolidando uma compreensão do próprio processo da materialização das formas (Figura 15).

Figura 15 - Construções bidimensionais



Fonte: acervo da oficina.

Nesse percurso, a BNCC direcionou a reflexão sobre quais formas geométricas seriam mais relevantes e quais características (lados, vértices) deveriam ser evidenciadas em cada modelagem. Assim, o ato de modelar um quadrado ou um triângulo não se restringiu da simples execução, se convertendo em um exercício de planejamento pedagógico. Para criar as figuras, foi preciso mobilizar seu próprio conhecimento geométrico, um processo sintetizado na fala da Professora 3 (PP3): “Uma coisa é a gente desenhar um quadrado no quadro. Outra é

ter que fazer um, com os quatro lados iguais. Você pensa na propriedade dele para que ele dê certo. Fica muito mais claro”.

Essa vivência evidenciou que as professoras não estavam apenas desenhando “uma forma que parece um quadrado”, mas que precisavam atentar às propriedades que o caracterizam: quatro lados de mesmo tamanho e quatro vértices. Essa experiência corrobora a perspectiva de Papert (1985), segundo a qual o conhecimento não é apenas recebido, mas construído na interação com o objeto, no fazer para compreender.

De acordo com Passos (2006), qualquer material pode ser usado para criar situações em que se explorem relações entre objetos, incentivando reflexão, conjecturas, formulação de soluções e descobertas. No entanto, os conceitos matemáticos não estão prontos nos materiais para serem simplesmente extraídos de forma empírica, a construção conceitual depende da ação intencional, da análise e da orientação pedagógica que acompanha o processo.

Para Papert e Harel (1991), aprender envolve um processo de criação no qual se articula ações, interpretações e verificações sucessivas. O conhecimento se fortalece quando o sujeito manipula, testa, reconstrói e atribui sentido ao que produz, deixando rastros de suas tentativas e reformulações, sustentando a construção de significados mais estáveis e fundamentados.

4.1.4 Quarto encontro: integração das figuras geométricas planas na construção das figuras espaciais

A compreensão estrutural das formas pautou a transição entre o trabalho com as figuras planas e a construção das faces que compõem as figuras geométricas espaciais, consolidando os conhecimentos prévios para a compreensão tridimensional das formas. Para tanto, foi preciso revisitar os conceitos básicos sobre as formas planas e sua função como elementos estruturantes para as formas espaciais.

A proposta consistiu em construir as faces que compõem as figuras geométricas espaciais, e não os sólidos por completo. Os quadrados, triângulos, retângulos, hexágonos e outras figuras foram desenhados e materializados com a caneta de impressão 3D, comparando medidas, analisando simetrias e discutindo propriedades. Cada figura construída foi analisada quanto ao número de lados, ângulos e vértices, identificando padrões e relações. Algumas figuras planas foram produzidas em diferentes dimensões para que os participantes pudessem sobrepor-las, justapor-las ou combiná-las, antecipando de forma intuitiva a ideia de que tais formas podem dar origem a estruturas espaciais.

Durante o encontro, destacou-se a vontade de tornar os conteúdos de geometria mais palpáveis e visuais para os alunos, facilitando a compreensão de aspectos como as características e as diferenças entre figuras planas e espaciais, a associação entre as formas geométricas e os objetos do cotidiano. A motivação do grupo foi expressa na fala da PP1: “a gente fala na lousa que o cubo tem seis faces quadradas, mas para a criança isso é muito abstrato, ela não consegue ver. Se ela puder pegar os seis quadrados na mão e entender que aquilo vai virar um cubo, a aprendizagem acontece de verdade”.

O movimento de experimentar, sentir as formas e descobrir como as partes se encaixam, tornou visíveis conexões que antes estavam apenas no plano abstrato (Figura 16). De acordo com van Hiele (1986), esse momento corresponde a uma etapa do desenvolvimento do pensamento geométrico fundamentada na visualização e na análise das propriedades das figuras, configurando uma base para os níveis mais avançados de raciocínio, como a dedução informal e a compreensão das relações espaciais.

Figura 16 - Figuras planas



Fonte: acervo da oficina.

Na modelagem das faces de um cubo, as professoras vivenciaram de forma concreta a habilidade EF02MA1, ao reconhecer, comparar e nomear figuras planas. A decomposição do objeto em suas partes constituintes materializou a ação de reconhecer, nomear e comparar figuras geométricas espaciais (EF02MA14), integrando o processo de transição para o nível 1 (Análise) no qual as formas são compreendidas pelos elementos construtivos e nas relações estruturais.

A concepção desta atividade encontra respaldo na teoria psicogenética de Piaget (1975) que explica que a construção das noções espaciais nasce das ações concretas realizadas. O autor defende que a compreensão do espaço não surge pronta; ela é elaborada aos poucos,

quando o sujeito manipula, organiza e transforma objetos reais. Modelar, etapa por etapa, as faces das figuras espaciais, constituiu uma vivência em que as professoras manipularam formas bidimensionais antes de organizá-las no espaço tridimensional, respeitando a ideia de que primeiro se estrutura o plano para, posteriormente, construir o espaço.

Essa perspectiva piagetiana dialoga diretamente com o modelo de van Hiele (1986). A construção das faces é a experiência motora e sensorial que viabiliza o salto cognitivo do nível 0 (Visualização), em que se vê o sólido como um todo indivisível, para o nível 1 (Análise), quando se é capaz de decompô-lo em suas partes constituintes e compreender suas propriedades. Portanto, o ato de construir as faces antes de construir o sólido, recriou um percurso de desenvolvimento cognitivo, ancorando a compreensão da geometria espacial a partir da ação sobre os objetos e da organização progressiva das relações espaciais.

Na visão de Fiorentini e Miorim (1990), o material concreto não é mágico por si só, visto que sua eficácia depende da intencionalidade pedagógica. Essa visão é compartilhada por Lorenzato (2006), que reforça que o material didático deve servir como um laboratório para a experimentação. No contexto da oficina, essa intencionalidade esteve presente desde a escolha das figuras até a forma como foram manipuladas não se tratando de produzir materiais esteticamente perfeitos, mas de perceber padrões, comparar dimensões e relacionar propriedades.

4.1.5 Quinto encontro: planificando ideias e construindo figuras geométricas espaciais

A síntese do percurso ocorreu com a montagem das figuras espaciais, utilizando as faces previamente produzidas, por meio de uma lógica que partiu do concreto para o abstrato. A proposta foi desenhada para alicerçar o desenvolvimento do pensamento geométrico, operando a transição entre os níveis de compreensão propostos pelo modelo de van Hiele (1986). Desse modo, os aprendizados construídos ao longo das etapas anteriores foram materializados na criação de figuras espaciais.

O processo de montagem das figuras espaciais (Figura 17) levou a análise estrutural das formas e na identificação dos atributos constituintes: número de faces, a formação das arestas na junção entre duas faces; e os vértices nos pontos de encontro. Esse processo corrobora a tese de Almeida *et al.* (2013), sobre a importância da materialidade, demonstrando que a manipulação é fundamental para dar sentido a relação entre representação e estrutura geométrica.

Figura 17 - Figuras espaciais



Fonte: acervo da oficina.

O encontro evidenciou a consolidação do nível 1 (Análise) e uma aproximação do nível 2 (Dedução informal). Durante a montagem das figuras espaciais a partir das faces bidimensionais, as professoras descreveram e compararam atributos das figuras tridimensionais. Embora ainda não se observasse a formalização dedutiva, surgiram generalizações espontâneas que caracterizam o raciocínio no nível 2, como a percepção de que o cubo é composto por seis quadrados congruentes, doze arestas e oito vértices. Dessa forma, a atividade constituiu um momento de síntese, em que o aprendizado construído ao longo da oficina foi aplicado na compreensão integrada.

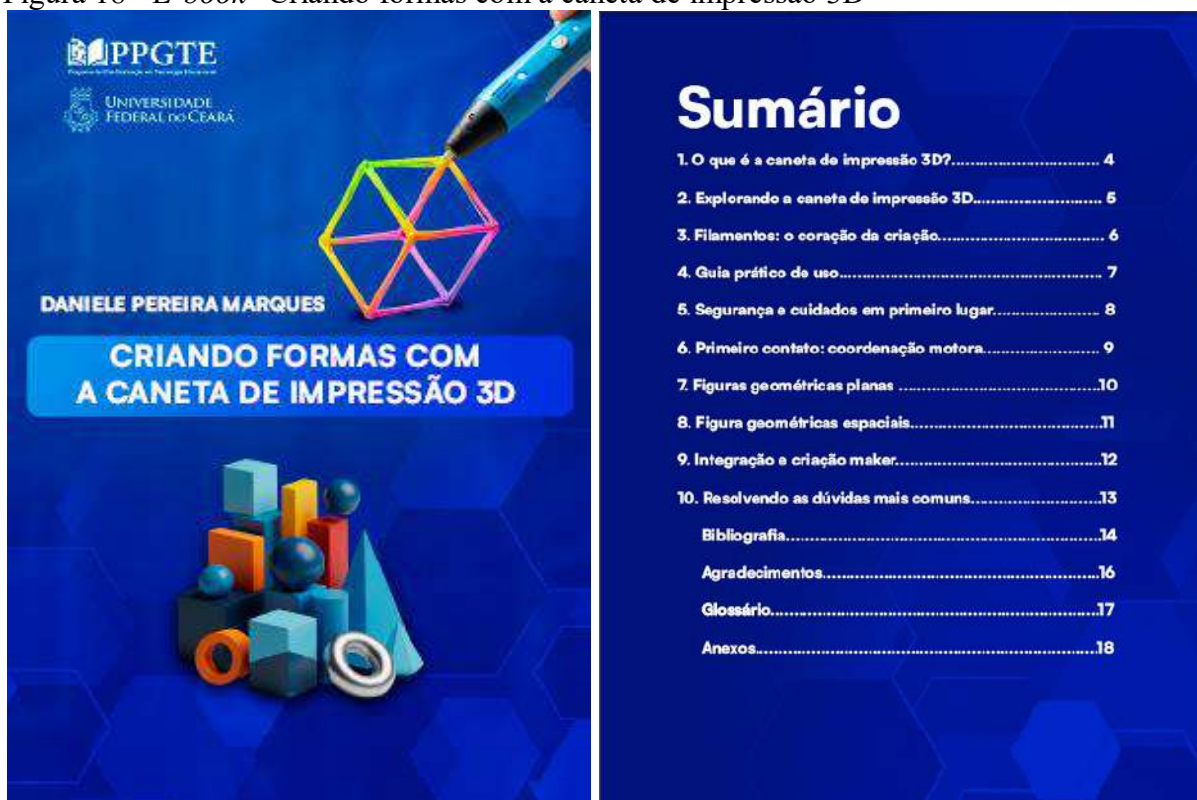
A observação e reflexão reafirmamos pressuposto da ED, evidenciando a importância de analisar a ação pedagógica em todas as suas etapas, valorizando tanto a fase de preparação quanto a experimentação e a análise posterior da ação pedagógica. Essa perspectiva aproxima-se da concepção de Schön (1992), ao compreender o professor como um profissional reflexivo, e dialoga com Kenski (2012), ao defender o uso responsável das tecnologias e a demanda uma formação continuada que sustente mudanças reais na atuação docente.

Após a finalização da sequência da oficina, foi realizada uma visita à escola para aprofundar a avaliação da oficina por meio de entrevistas com as professoras. Esse momento, situado no contexto de atuação das participantes, possibilitou compreender como os aprendizados da formação reverberaram em seu cotidiano educacional e quais sentidos foram atribuídos à caneta de impressão 3D como recurso didático. As análises subsidiaram a reflexão sobre necessidades e limites da proposta, orientando a concepção e a sistematização do PED apresentado na seção seguinte.

4.2 Produto Educacional Digital: *e-book* “Criando formas com a caneta de impressão 3D”

O *e-book* “Criando formas com a caneta de impressão 3D” constitui o PED desenvolvido a partir da SD aplicada durante a oficina pedagógica. Disponível em formato digital, acessível em plataforma online e por download, e também passível de impressão, o material dialoga diretamente com o objetivo central desta pesquisa ao consolidar vivências, observações e ajustes da etapa experimental da pesquisa, articulando teoria, prática e reflexão pedagógica (Figura 18).

Figura 18 - *E-book* “Criando formas com a caneta de impressão 3D”



Fonte: https://drive.google.com/file/d/16RPx5FGknLWnKOHgnWf4Yqj28lIH0VEb/view?usp=drive_link. Acesso em: 30 maio 2025.

A escolha da plataforma Canva para a elaboração do *e-book* justifica-se pela interface intuitiva que dispensa conhecimentos avançados de design gráfico. A diagramação do material, com seções delimitadas, ícones explicativos, destaques, moldes e imagens, organizada para ser utilizado como recurso tanto no planejamento quanto na condução da SD na sala de aula.

A elaboração do *e-book* foi fundamentada nos referenciais teóricos discutidos no segundo capítulo, orientando a organização das atividades a partir de uma progressão

pedagógica mediada pelo uso da caneta de impressão 3D, que parte de experiências iniciais de exploração e manipulação para a construção de conceitos geométricos.

O material foi estruturado de modo a iniciar pela apresentação do recurso, contemplando orientações sobre funcionamento, manuseio e segurança da caneta de impressão 3D (Quadro 8). Em seguida, as propostas avançam para atividades que envolvem o desenvolvimento da coordenação motora fina, a construção de figuras geométricas planas, culminando na modelagem das figuras espaciais, movimento observável nas seções 6, 7 e 8.

Quadro 8 - Estrutura do *e-book*

SEÇÃO	DESCRIÇÃO
Apresentação	Introduz o <i>e-book</i> , seu objetivo como PED e a aplicação pedagógica da caneta de impressão 3D para o ensino de Geometria nos anos iniciais do EF.
Módulo introdutório: fundamentos e uso da caneta de impressão 3D	Apresenta o que é a caneta de impressão 3D, seu funcionamento, tipos de filamentos e orientações para familiarização do professor com o equipamento.
Guia prático de uso	Detalha, em formato passo a passo, os procedimentos para utilização da caneta de impressão 3D em sala de aula, incluindo ajustes de temperatura, inserção do filamento e finalização do uso.
Segurança e cuidados	Reúne orientações específicas sobre segurança, manuseio adequado, prevenção de acidentes e cuidados para conservação da caneta e dos filamentos.
Núcleo prático I: coordenação motora	Propõe atividades voltadas ao desenvolvimento da coordenação motora fina, familiarização com o uso da caneta de impressão 3D.
Núcleo prático II: figuras geométricas planas	Apresenta roteiros de construção de figuras planas (triângulo, quadrado, retângulo, círculo e variações), articulando prática manual e conceitos geométricos previstos para o 2º ano do EF.
Núcleo prático III: figuras geométricas espaciais	Orienta a construção das figuras geométricas espaciais, como cubo, paralelepípedo e pirâmide, explorando suas relações.
Integração e criação <i>maker</i>	Desenvolve propostas de criação livre e projetos integradores, incentivando a autoria, a experimentação e a interdisciplinaridade, em consonância com os princípios da cultura <i>maker</i> .
Dúvidas mais comuns	Consolida o uso do material por meio do esclarecimento de questões recorrentes relacionadas ao uso da caneta de impressão 3D, montagem das figuras e resolução de problemas técnicos.
Recursos complementares: moldes para impressão	Disponibiliza moldes ilustrados de coordenação motora, figuras geométricas planas e espaciais para o desenvolvimento das atividades propostas.

Fonte: elaborado pela autora.

A presença de moldes ilustrados demonstra o diálogo com a abordagem de materiais manipuláveis defendida por Dienes (1974) e aprofundada nos estudos de Nacarato (2005). Esses recursos funcionam como suporte à modelagem das figuras geométricas, pois é no ato de traçar, ajustar, montar e reconstruir que os conceitos geométricos vão sendo construídos à medida que articula a ação e a reflexão do sujeito no processo de aprendizagem.

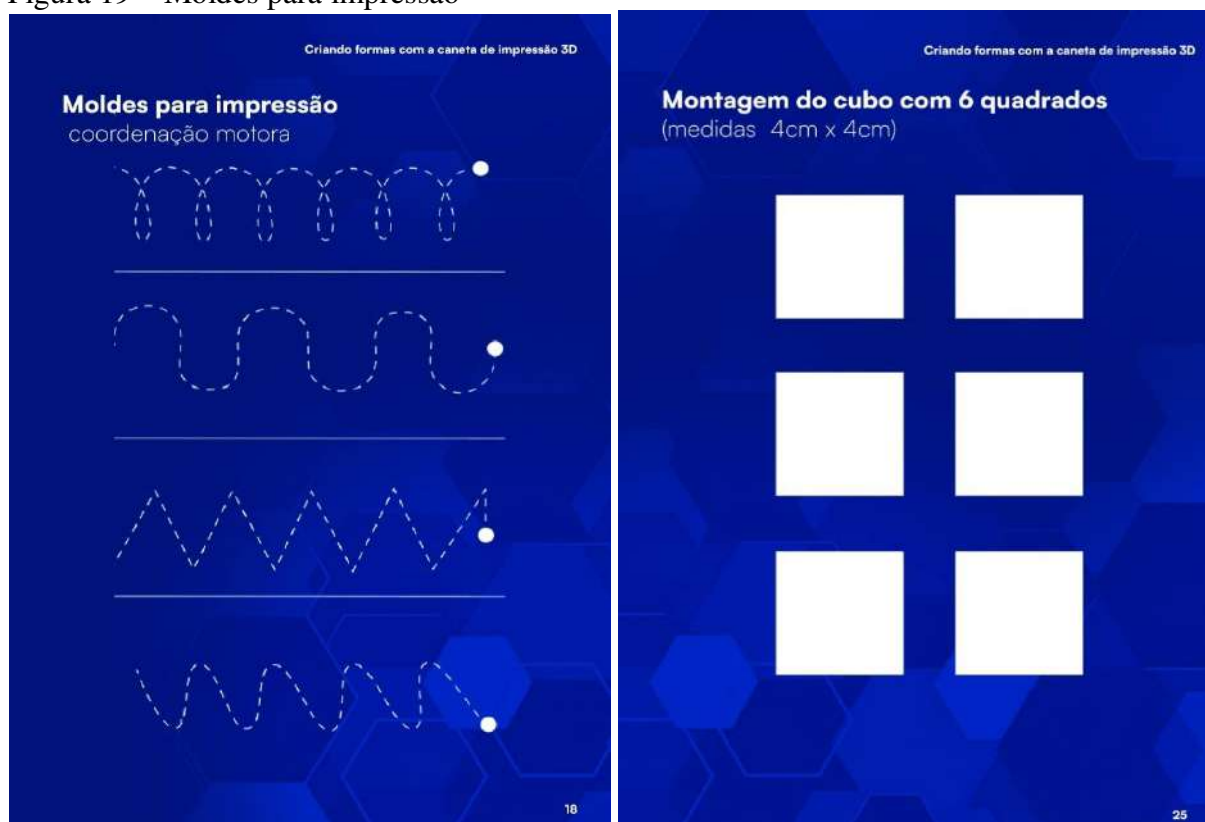
Do ponto de vista metodológico, os princípios da cultura *maker* se materializam nas propostas de autoria e experimentação da seção “Integração e criação *maker*” que apresenta

roteiros de criação, os quais atribuem sentido às figuras construídas e às relações estabelecidas entre elas. A aplicação dos conceitos geométricos em composições livres, muitas vezes articuladas a outras áreas do conhecimento, alinha-se às concepções de Piaget (1995), ao considerar a ação como elemento na construção do conhecimento, e do Construcionismo de Papert (1985), que defende a aprendizagem por meio da criação de artefatos significativos.

O *e-book* estabelece uma articulação com as habilidades da BNCC para o 2º ano do EF. A seção sobre figuras planas relaciona-se, sobretudo, à habilidade EF02MA15, que trata da identificação e nomeação de figuras planas apresentadas em diferentes disposições. O trabalho com figuras geométricas espaciais dialoga com a habilidade EF02MA14, na compreensão das formas tridimensionais a partir de referências concretas.

A seção dos recursos inicia com a proposta de coordenação motora, avançando para a construção das figuras planas e modelagem das figuras espaciais, delineando um percurso progressivo e coerente com os níveis de complexidade esperados pela BNCC (Figura 19). Desse modo, confere sentido pedagógico às experiências propostas.

Figura 19 – Moldes para impressão



Fonte: https://drive.google.com/file/d/16RPx5FGknLWnKOHgnWf4Yqj28lIH0VEb/view?usp=drive_link. Acesso em: 30 maio 2025.

Por fim, a inclusão das ferramentas de suporte, confere ao *e-book* consistência e funcionalidade de um PED, evidenciando que o material não se limita a oferecer roteiros fechados ou atividades prontas. Nesse contexto, torna-se importante considerar, como ressalta Moran (2013), que o contato com novas tecnologias impacta o modo como se organizam os pensamentos, constroem conhecimentos e nos relacionamos com o que aprendemos.

O *e-book* reconhece o professor como sujeito que planeja e reconfigura as propostas de acordo com o contexto da turma, os objetivos de aprendizagem e as condições concretas da escola. Essa concepção reforça uma postura profissional reflexiva, em que o professor interpreta, ressignifica e amplia as propostas, fortalecendo sua atuação pedagógica e o sentido formativo do material.

5 ANÁLISE DE RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente capítulo apresenta e discute os dados da pesquisa, tomando como referência a técnica de análise de conteúdo delineada por Bardin (2011). A análise dos resultados foi realizada em três etapas: questionário de sondagem aplicado a 11 professores pedagogos, registros das atividades realizadas e entrevistas semiestruturadas direcionadas às três professoras participantes da oficina pedagógica. Essa sequência conduziu a uma análise progressiva, de forma que os dados coletados foram sistematizados em categorias definidas na fase de análise *a posteriori* com base nos aspectos mais relevantes identificados durante o processo de codificação.

No intuito de manter o anonimato dos participantes da pesquisa, não foram divulgados os seus nomes. Desse modo, optou-se por utilizar a sigla “P” (Professor) e o quantitativo de respondentes do questionário. Para as participantes da oficina, foi utilizado “PP” (Professora Participante), também acompanhado do número correspondente.

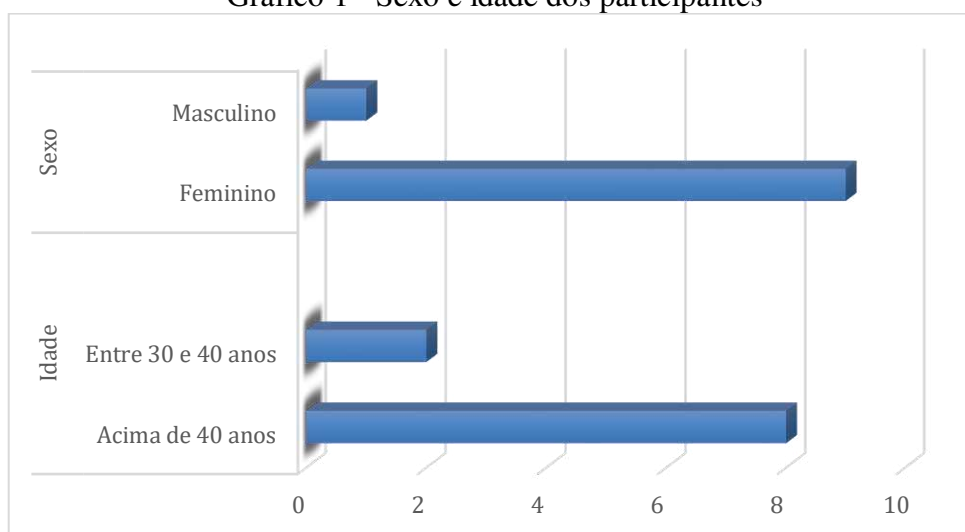
5.1 Análise do questionário aplicado aos professores pedagogos

O questionário foi dividido em três partes principais que teve como objetivo obter informações relevantes sobre o perfil dos participantes, práticas pedagógicas e percepções quanto ao uso de tecnologias no ensino de Matemática. Nessa dinâmica, a análise das respostas foi pautada na fase de exploração do material e tratamento dos resultados, delineando as categorias temáticas que refletem as concepções dos professores.

5.1.1 Caracterização dos participantes

Ao todo, 11 professores da Educação Básica, graduados em Pedagogia, compuseram o grupo de respondentes, sendo dez do sexo feminino e apenas um do masculino. Quanto à idade dos participantes, apenas um está na faixa entre 30 e 40 anos, enquanto os demais estão acima de 40 anos (Gráfico 1). No que se refere à atuação profissional, todos atuam em uma instituição pública do município de Fortaleza, sendo que a maioria possui mais de 15 anos de atuação na Educação Básica, o que evidencia um grupo com trajetória consolidada na área educacional.

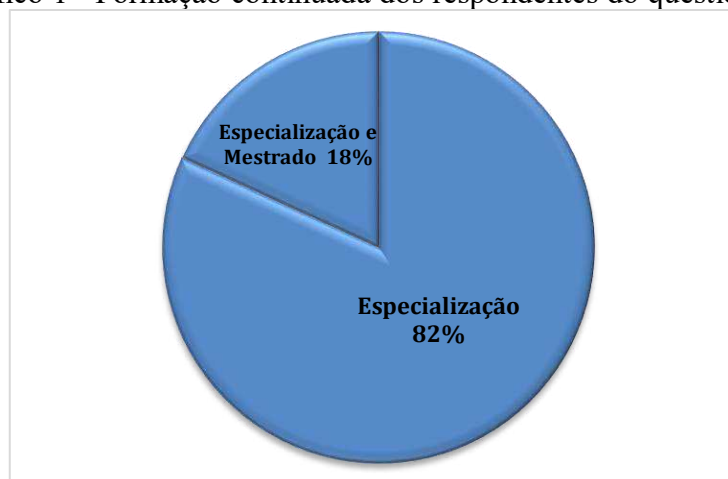
Gráfico 1 - Sexo e idade dos participantes



Fonte: dados do questionário.

De acordo com o Gráfico 2, a qualificação acadêmica do grupo demonstra um contínuo compromisso com a formação, visto que, no mínimo, os respondentes possuem uma especialização *lato sensu* em áreas como Educação Infantil, Gestão Educacional e Informática Educativa. Além disso, o investimento na pós-graduação se aprofunda com a presença de dois mestres (18%) no grupo, sinalizando um repertório amplo de conhecimentos teóricos que fundamentam suas intervenções pedagógicas.

Gráfico 1 - Formação continuada dos respondentes do questionário

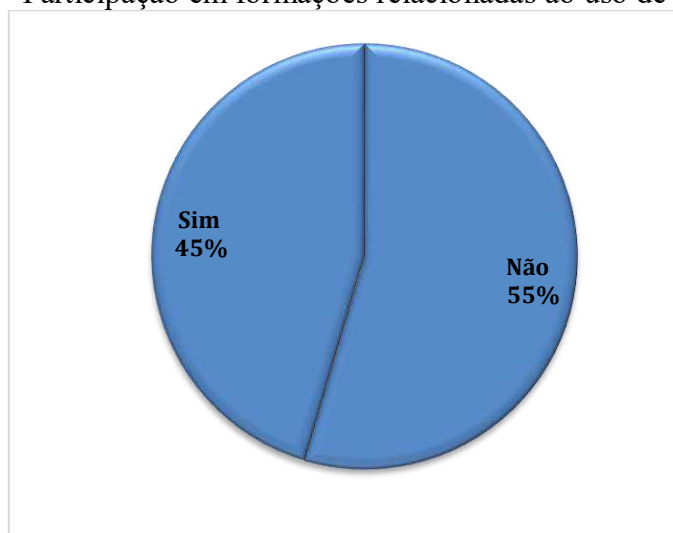


Fonte: dados do questionário.

Uma aparente contradição é apontada no Gráfico 3, em que menos da metade dos respondentes (45%) relataram ter participado de formações relacionadas ao uso de tecnologias no ensino de Matemática. A esse respeito, Tardif (2014) define os saberes docentes no plural, ou seja, formação profissional e disciplinares, curriculares e experienciais. Portanto, a

incorporação de uma nova ferramenta tecnológica requer um processo de apropriação que dialogue com essa experiência consolidada. A baixa adesão à formação pode indicar que as propostas formativas em tecnologia nem sempre conseguem se conectar com a realidade e os saberes práticos desses professores experientes.

Gráfico 2 - Participação em formações relacionadas ao uso de tecnologias



Fonte: dados do questionário.

O perfil dos participantes delinea o contexto que ajudou a compreender as concepções que orientam o fazer pedagógico. A partir da caracterização do grupo pesquisado, passa-se à análise das categorias temáticas do questionário.

5.1.2 Categoria: concepções sobre o ensino de Matemática nos anos iniciais

A categoria buscou compreender como os professores pensam acerca da função da Matemática nesse segmento da escolarização, quais são os objetivos atribuídos ao seu ensino, bem como as ideias predominantes sobre os conteúdos e o modo de trabalhá-los. Essa concepção influencia as escolhas metodológicas, o planejamento das atividades, assim como a forma de avaliar e pensar sobre a aprendizagem do estudante (Freitas e Domite, 2001).

Nessa perspectiva, o professor é o grande responsável pela transposição do saber científico ao saber escolar quando leva, juntamente com o ensino de Matemática, sua visão de mundo, suas crenças, seus saberes, suas experiências e, sobretudo, um olhar concreto sobre o ensino de Matemática e sobre a realidade seus alunos, fatores que interferem diretamente na seleção e adaptação dos conteúdos matemáticos (Nacarato; Mengali; Passos, 2009; Groenwald, 2006; Ferreira, 2017). Dessa forma, as concepções dos professores se distribuem em torno de

alguns eixos centrais (Quadro 9): a valorização de práticas lúdicas e concretas; a busca pela contextualização dos conteúdos; o reconhecimento dos desafios enfrentados; e o compromisso com o desenvolvimento integral do aluno.

Quadro 9 - Descreva um pouco sobre você como professor (a) que ensina Matemática. Fale um pouco sobre como você se vê lecionando Matemática

PROFESSOR	RESPOSTAS
P1	“Geralmente parto do concreto para entender o conceito então vou para as práticas”.
P2	“É como um desafio, onde procuro da melhor maneira ministrar os conteúdos de forma que as crianças compreendam e aprendam”.
P3	“Tento articular a teoria com a prática, a vivência durante as aulas”.
P4	“É uma disciplina que na maioria dos alunos não gostam, eu particularmente, me identifico e gosto e que precisa diversificar e inovar sua metodologia para maior participação dos alunos”.
P5	“Hoje em dia sou melhor professor do que fui quando entrei, procuro aliar o ensino de Matemática de forma lúdica envolvendo jogos em sala”.
P6	“Gosto do ensino de Matemática nas séries iniciais do Ensino Fundamental, gosto da parte lúdica”.
P7	“Eu gosto e me identifico com a Matemática, o que proporciona melhor aprendizagem para as crianças”.
P8	“Tento trazer materiais concretos, para trabalhar em equipe”.
P9	“Utilizaria bastante recursos tecnológicos”.
P10	“Tento ser uma professora que vai muito além de ensinar números e cálculos. Busco despertar o interesse e criar vínculos afetivos e transformar a Matemática em algo vivo e significativo para as crianças”.
P11	“A Matemática é uma disciplina que deve ser lecionada com conexão ao contexto social do educando. Diante disso, trazer para a sala de aula a ludicidade ajuda no entendimento do conteúdo. Portanto, contextualizar o conteúdo e desenvolver o raciocínio lógico matemático por meio de práticas ativas a criança terá mais sucesso no seu aprendizado”.

Fonte: dados do questionário.

O Quadro 9 nos mostra um consenso em torno da superação de um ensino puramente abstrato, com forte valorização do lúdico e do concreto (P1, P5, P6, P8). Enquanto alguns professores veem essa prática como uma estratégia para aumentar o interesse pela Matemática (P4, P5), outros, como P10, buscam “despertar o interesse e criar vínculos afetivos e transformar a Matemática em algo vivo e significativo para as crianças”, alinhando-se aos preceitos da Educação Matemática Crítica (Skovsmose, 2001).

No Quadro 10, podemos visualizar o nível de conhecimento dos professores quanto aos documentos que norteiam o trabalho curricular e como tais documentos se relacionam com o cotidiano escolar. A maioria das respostas dos professores aponta uma compreensão dos aspectos centrais propostos pela BNCC, ainda que apresentem diferentes graus de aprofundamento. Por outro lado, as respostas de P1 e P7 revelam uma apropriação mais

instrumental do documento, o que pode indicar que nem sempre os professores conseguem traduzir os conceitos da BNCC em estratégias de ensino, o que reforça a necessidade de formações continuadas.

Quadro 10 - Qual a concepção do ensino de Matemática proposta pela BNCC a partir dos anos iniciais?

PROFESSOR	RESPOSTAS
P1	“Desenvolver o raciocínio lógico”.
P2	“Que a escola precisa preparar o estudante para aprender como a Matemática é aplicada em diferentes situações, dentro e fora da escola”.
P3	“Foco no desenvolvimento de habilidades, de raciocínio e de experiências”.
P4	“Segundo a BNCC o conhecimento matemático é necessário para todos os alunos da Educação Básica, seja por sua grande aplicação na sociedade contemporânea, seja pelas suas potencialidades na formação de cidadãos críticos, cientes de suas responsabilidades sociais”.
P5	“Trabalhar de forma lúdica é a melhor forma de chegar e melhorar o aprendizado e o gosto pela Matemática”.
P6	“Estabelece que a escola precisa preparar o estudante para entender a aplicação da Matemática dentro e fora da escola”.
P7	“A Matemática serve de suporte para as séries seguintes e desenvolve nas crianças o pensamento lógico”.
P8	“Apresentar, retomar e consolidar etapas de noções e conceitos matemáticos básicos”.
P9	“Ensino além da memorização de fórmulas e procedimentos com foco no desenvolvimento das habilidades, raciocínio e resolução de problemas”.
P10	“Propor uma concepção que vai muito além da memorização, a BNCC valoriza o desenvolvimento do pensamento matemático, da resolução de problemas e da autonomia do estudante”.
P11	“A BNCC evidencia que o estudo de Matemática deve ser contextualizado, levando em consideração o contexto social do educando”.

Fonte: dados do questionário.

Contudo, pelas respostas, podemos observar que parte dos professores ainda expressa compreensões fragmentadas ou centradas em metodologias mais técnicas, evidenciando a necessidade de reflexão sobre a função social e epistemológica da Matemática na escola (Quadro 11). Entretanto, a valorização do lúdico, evidenciada tanto por P5, quando diz: “o aluno tem que entender a matemática em forma de brincadeira, só assim ele criará gosto pela disciplina”, quanto por P6, que afirma: “precisa ser dinâmico, lúdico e manipulável”, corre o risco de se tornar exatamente o que Nacarato, Mengali e Passos (2009) alertam, ou seja, uma técnica de ensino descontextualizada.

Quadro 11 - O que você compreende sobre o ensino de Matemática?

PROFESSOR	RESPOSTAS
P1	“É despertar a compreensão da importância dos cálculos matemáticos no dia a dia”.
P2	“O ensino da Matemática desenvolve a compreensão de conceitos, resolução de problemas e raciocínio lógico que serão utilizados pelos alunos em diversas situações”.
P3	“Capacidade de entender como os alunos aprendem e como ensinar, pois a Matemática está presente em nosso dia a dia. Fundamental essa aprendizagem pelo aluno”.
P4	“Os diversos campos da Matemática contribuem para a compreensão de mundo, contribuindo para a formação de indivíduos críticos, criativos, capazes de argumentar e resolver problemas”.
P5	“Que o aluno tem que entender a Matemática em forma de brincadeira, só assim ele criará gosto pela disciplina”.
P6	“Precisa ser dinâmico, lúdico e manipulável”.
P7	“Desenvolver o pensamento lógico, a capacidade de resolução de problemas e a aplicação prática do conhecimento. Ensinar Matemática envolve criar espaços de aprendizagem que conectem a Matemática formal com a realidade, promovendo a compreensão e a autonomia do aluno”.
P8	“Este, é essencial à vida do estudante, como suportes para as resoluções de problemas no cotidiano escolar e comunitário”
P9	“Desenvolvimento do raciocínio e resolução de problemas”.
P10	“Um conhecimento fundamental para que o aluno compreenda, interprete e atue no mundo. Ou seja, aprender Matemática é aprender a pensar logicamente, resolver problemas, argumentar e tomar decisões no dia a dia”.
P11	“A Matemática deve ser compreendida como sendo uma disciplina de base, desse modo, o letramento matemático deve ser apresentado aos educandos de forma clara e objetiva, ou seja, trazer diferentes soluções problemas que dialoguem com o seu contexto social real”.

Fonte: dados do questionário.

Os professores P1, P2, P3, P8, P10 e P11 destacam a compreensão do conhecimento matemático como essencial para uma prática atuante no mundo, considerando que ensinar Matemática implica beneficiar o aluno com habilidades para resolver problemas do cotidiano, desenvolver o raciocínio e agir de forma crítica e autônoma na sociedade. Diante do que foi exposto no Quadro 11, podemos perceber um corpo docente com concepções teóricas que se alinham à necessidade de abordagens mais contextualizadas, em consonância com os princípios da BNCC.

5.1.3 Categoria: uso e papel dos recursos didáticos

Na análise das respostas à pergunta do Quadro 12, ficou evidente a coletividade dos professores no que concerne à utilização de materiais didáticos como mediadores de aprendizagem. Nesse sentido, Piaget (1995) defende que, para construir o conhecimento, é

necessária a interação entre o sujeito e o objeto, e as respostas dos professores estão alinhadas a esse pensamento construtivista, entre quem aprende e o que é disponibilizado para que a aprendizagem aconteça.

Quadro 12 - Escreva sobre sua compreensão em relação a aplicações de recursos didáticos para o ensino de Matemática nos anos iniciais

PROFESSOR	RESPOSTAS
P1	“O uso do raciocínio lógico transforma o ser”.
P2	“Esses recursos contribuem para tornar o aprendizado mais significativo e eficaz”.
P3	“Essencial para vivência e experimentação na Matemática. Aprender manipulando”.
P4	“É importante o professor escolher recursos didáticos que favoreçam aos estudantes investigarem, formularem hipóteses, verificarem suas respostas para ampliarem seus conhecimentos e os alunos serem sujeitos participativos do processo ensino aprendizagem”.
P5	“Os recursos didáticos podem ser simples, o computador ajuda, mas materiais recicláveis também são efetivos para o ensino”.
P6	“São muito importantes para a construção do ensino matemático”.
P7	“É fundamental para tornar o aprendizado mais dinâmico, interessante e significativo para as crianças. Recursos, como jogos, materiais manipulativos e tecnologias digitais, ajudam as crianças a construir conhecimentos de forma concreta e a desenvolver habilidades importantes para a aprendizagem da Matemática”.
P8	“É necessário, pois oportuniza o aluno a vivenciar um aprendizado lúdico”.
P9	“Tornam o aprendizado mais dinâmico, eficaz e interessante”.
P10	“É essencial para tornar o aprendizado mais concreto, dinâmico e significativo, principalmente nos anos iniciais, quando as crianças estão em pleno desenvolvimento do pensamento lógico. Materiais como palitos, tampinhas, ábacos, blocos lógicos, jogos de tabuleiro, cartas, dobraduras, materiais recicláveis e tecnologias digitais auxiliam na construção do conhecimento ao permitir que o aluno veja, toque, manipule e experimente os conceitos matemáticos. Esses recursos possibilitam diferentes ideias e estratégias de aprendizado para as crianças”.
P11	“Trabalhar com recursos didáticos deixa a aula bem mais dinâmica e eficaz, pois o aluno consegue fazer uma relação maior com o conteúdo ministrado, isto é, permite que ele tenha um tempo maior para assimilação do conteúdo através da percepção e visualização de materiais diversos em estudo”.

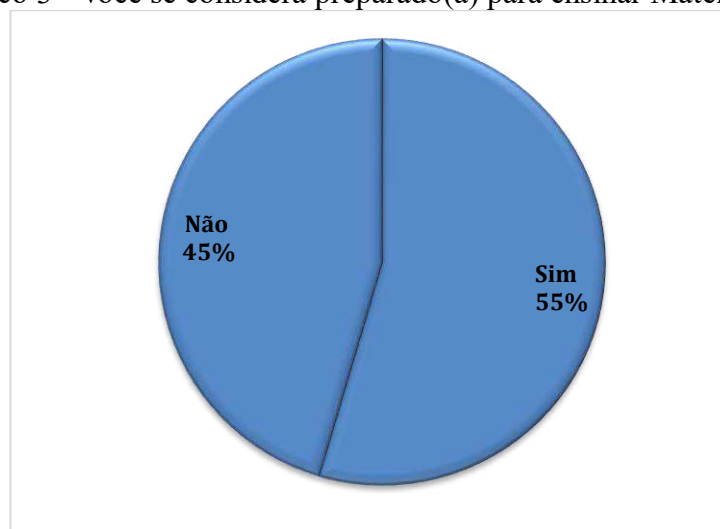
Fonte: dados do questionário.

As respostas dos professores sobre o papel dos recursos didáticos (Quadro 12) alinham-se de forma consistente com os pressupostos teóricos que fundamentam esta dissertação. As falas de P3 e P10 reforçam que suas concepções sobre o ensino de Matemática estão em consonância com a tese defendida por Piaget (1995) a respeito da necessidade de interação entre sujeito e objeto, uma vez que expõem exatamente essa necessidade. A ênfase em tornar o aprendizado “significativo e eficaz” (P2), em promover a investigação e a participação ativa (P4) e em conectar a Matemática com a realidade (P11) demonstra que o

corpo docente compartilha de uma visão da Matemática distanciada de um modelo puramente abstrato ou transmissivo.

Entretanto, esse discurso destoia da autopercepção dos docentes quanto a se sentirem preparados para lecionar Matemática, como demonstrado no Gráfico 4:

Gráfico 3 - Você se considera preparado(a) para ensinar Matemática?



Fonte: dados do questionário.

Nessa conjuntura, cabe enfatizar que os professores que se sentem preparados para ensinar Matemática (P4, P9, P11) são exatamente que dizem ter domínio sobre estratégias que envolvem o lúdico, como demonstra o Quadro 13. A esse respeito, Libâneo (2002) destaca que a atuação docente não está pautada em um único pilar, mas na articulação entre conhecimento científico, domínio didático e consciência crítica sobre o papel social da escola, fatores que se consolidam com a experiência e formação continuada.

Quadro 13 - Se sim, quais são suas principais oportunidades/possibilidades para se ensinar Matemática?

PROFESSOR	RESPOSTAS
P4	“Os métodos lúdicos, a utilização de materiais concretos, a interdisciplinaridade, e o foco na resolução de problemas e no raciocínio lógico. ”.
P5	“Ensino regular e reforço escolar”.
P8	“O conhecimento matemático é abstrato e para se obter êxito é preciso que o ambiente educacional ofereça instrumentos que tenha sua singularidade e favoreça a aprendizagem”.
P9	“Gosto dos jogos da construção do número do contar usando objetos manipuláveis”.
P11	“Sempre trabalhar de forma lúdica”.

Fonte: dados do questionário.

Em contrapartida, os que expressam insegurança (Quadro 14) apontam como causas

principais a carência de recursos (P6, P7) e as lacunas na própria formação (P1, P2, P10), que muitas vezes foi “apenas transmitida”.

Quadro 14 - Se não, quais as principais dificuldades para se ensinar Matemática?

PROFESSOR	RESPOSTAS
P1	“Disponibilidade para me atualizar e conhecer novos recursos”.
P2	“Ainda não, pois a Matemática na minha formação acadêmica foi apenas ‘transmitida’ deixando assim lacunas que precisam ser trabalhadas através de estudos complementares como, por exemplo, uma especialização na área da Matemática para melhor compreensão da disciplina”.
P3	“Embora tenha domínio sobre alguns conceitos, reconheço algumas limitações em situações específicas”.
P6	“A falta de recursos e preparo referente ao ensino do conteúdo”.
P7	“Falta de material didático pedagógico que oportunize o aprendizado”.
P9	“Ausência da base no ciclo de alfabetização”.
P10	“A forma de ensinar é diferente da que eu aprendi quando era estudante”.

Fonte: dados do questionário.

A partir das respostas dadas pelos professores, reconhecem os princípios que sustentam propostas pedagógicas consistentes, mas encontram dificuldades para concretizá-las no cotidiano da sala de aula. Entretanto, a ausência de recursos adequados e de oportunidades formativas voltadas à aplicação pedagógica de novas abordagens limita a transposição dessas concepções para o fazer docente. Sobre essa temática, Pavanello (2004) reitera a necessidade de haver contínuas atualizações, uma vez que há uma demanda latente por formações continuadas que sejam, ao mesmo tempo, teóricas e aplicadas.

5.1.4 Categoria: percepções sobre o ensino e a aprendizagem da geometria

Esta categoria de análise representa um grande paradoxo, visto que a geometria, apesar de ser reconhecida de forma unânime quanto à sua importância, no cotidiano escolar ela geralmente é preterida em relação aos outros conteúdos considerados mais relevantes, como “o ensino da álgebra e outros conceitos” (P3). Por outro lado, P4 argumenta que o ensino de geometria “deve focar na exploração das formas e espaços do mundo real, desenvolvendo a percepção espacial, o reconhecimento de figuras e a compreensão de propriedades geométricas”. Vejamos, no Quadro 15, o que dizem todos os professores participantes a respeito do ensino de geometria:

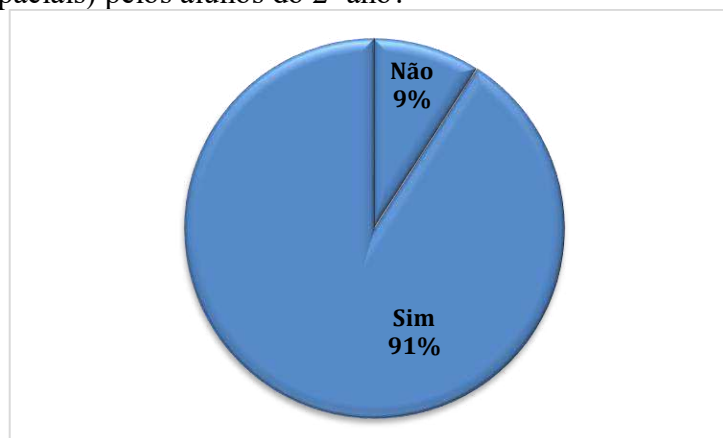
Quadro 15 - Qual a sua percepção sobre o aprendizado dos alunos referente ao ensino de geometria do 2º ano dos anos iniciais?

PROFESSOR	RESPOSTAS
P1	“É muito importante e necessário”.
P2	“Algumas crianças quando saem da Educação Infantil compreendem um pouco sobre as figuras planas e vai intensificando nos anos iniciais. Quando chegam no 2º ano podemos notar que conseguem assimilar as diferentes formas geométricas ao mundo/coisas ao seu redor”.
P3	“Essencial, mas às vezes priorizamos o ensino da álgebra e outros conceitos”.
P4	“Deve focar na exploração das formas e espaços do mundo real, desenvolvendo a percepção espacial, o reconhecimento de figuras e a compreensão de propriedades geométricas. Atividades práticas, como explorar objetos cotidianos, brincar com formas geométricas e construir modelos, são cruciais para o desenvolvimento do pensamento geométrico”.
P5	“Trazem dificuldades”.
P6	“Aprender Matemática é aprender a pensar logicamente, resolver problemas, argumentar e tomar decisões no dia a dia”.
P7	“Apresentar conceitos de formas planas, bem como sólidos geométricos”.
P8	“Existe uma diferença significativa em relação à aprendizagem do 2º ano, fazendo-se necessário utilizar muito o lúdico para uma aprendizagem satisfatória”.
P9	“Estão em construção e por isso precisam manipular objetos, construir formas e sólidos”.
P10	“Percebo que a maioria tem facilidade em compreender os conteúdos”.
P11	“A geometria é trabalhar sempre de forma lúdica. Fora isso, são bons livros que os alunos da escola pública têm”.

Fonte: dados do questionário.

Os indicativos do Gráfico 5 apontam para um nível expressivo de conscientização dos docentes quanto às dificuldades enfrentadas pelos estudantes nesse campo do conhecimento. Nesse sentido, a maioria dos docentes reconhece a presença de dificuldades específicas na aprendizagem geométrica por estudantes dos anos iniciais, o que pode influenciá-los a rever as metodologias aplicadas.

Gráfico 4 - Você já refletiu sobre as dificuldades vivenciadas na aprendizagem da geometria (figuras planas e espaciais) pelos alunos do 2º ano?



Fonte: dados do questionário.

Complementando, o Quadro 16 mostra que os professores têm percepções bem construídas sobre os desafios que envolvem o ensino das figuras geométricas planas e espaciais no 2º ano do EF. As respostas indicam três principais pontos de dificuldade, que são a escassez de recursos didáticos; a falta de uma base conceitual consistente ainda na Educação Infantil; e a característica mais abstrata dos conteúdos geométricos, que demanda estratégias pedagógicas concretas.

Quadro 16 - Caso sua resposta seja sim, apresente suas principais concepções

PROFESSOR	RESPOSTAS
P1	“Os recursos disponíveis são poucos”.
P2	“Os desafios são perceptíveis quando a base não foi construída. A criança precisa vivenciar as diferentes formas de ver o mundo ainda na educação infantil, desse modo, ao chegar nos anos iniciais suas dificuldades serão mínimas, possibilitando assim melhor compreensão do conteúdo e satisfação da sua aprendizagem”.
P3	“Muitas dificuldades, falta de interesse dos alunos e falta de recursos na escola”.
P4	“A geometria é uma área que se beneficia do uso de materiais manipulativos, como régua, compasso, instrumentos de medição, blocos de construção, entre outros. No entanto, nem sempre as escolas têm acesso a esses materiais, o que dificulta o desenvolvimento da aprendizagem”.
P5	“O pouco uso das práticas vivenciadas, como jogos e uso de material concreto referente ao conteúdo”.
P6	Não respondeu.
P7	“Apresentar conceitos, é muito aleatório. Pois os alunos precisam vivenciar no concreto a experiência dos sólidos geométricos e as figuras planas”.
P8	“Vocabulário geométrico pouco familiar, abstração das formas geométricas com relação a identificar e diferenciar formas planas e espaciais entre outros”.
P9	“Compreender o que são sólidos, formas, construir a ideia de volume. Precisa ser construído com o aluno, deixando que toquem objetos, recortem, colem, desenhem, observem o mundo ao redor”.
P10	“A falta de base sólida em alguns conceitos matemáticos básicos. Algumas vezes, a dificuldade de visualizar as figuras geométricas no espaço”.

Fonte: dados do questionário.

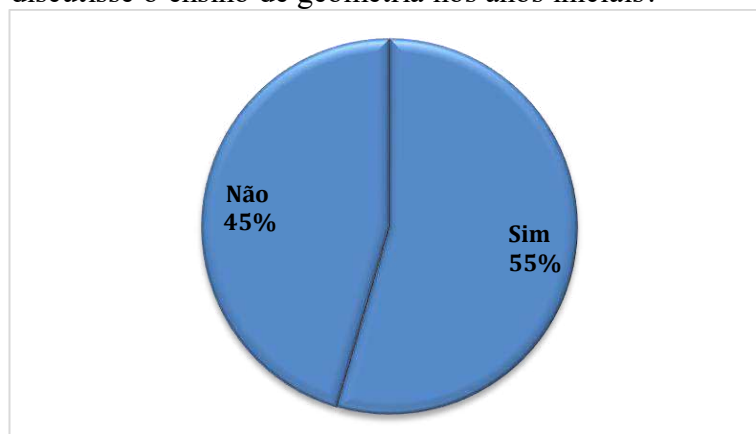
Nesse âmbito, a necessidade de se adotar estratégias de ensino que incluam tocar objetos, recortar, colar e desenhar, ou seja, vivências mais próximas dos alunos, que os levem a observar o mundo ao seu redor, está intimamente ligada aos conceitos propostos por Piaget (1975) no que se refere à aprendizagem pela ação, às ideias de van Hiele (1986) no que tange aos níveis do pensamento geométrico e, obviamente, à cultura *maker*. Assim, ao identificarem a escassez de materiais, os docentes participantes reconhecem a falta de experiências concretas como os principais obstáculos. Portanto, o diagnóstico apresentado pelos professores não se

trata apenas de um conjunto de dificuldades, mas da validação empírica da necessidade desta pesquisa.

5.1.5 Categoria: formação e preparação docente para o ensino de geometria

Esta categoria revela um dos maiores entraves do ensino de geometria: o déficit quanto à formação continuada dos professores. Nesse sentido, a falta de formações específicas voltadas ao ensino de geometria, como demonstrado no Gráfico 6, representa uma lacuna no que tange à preparação docente. Como foram 11 professores analisados, 55% representam seis professores, que afirmaram não ter recebido nenhuma formação que discutisse o ensino de geometria nos anos iniciais. Por outro lado, 45% deles (que representam cinco professores) afirmaram já terem participado de alguma formação com essa temática, como exposto no Gráfico 6.

Gráfico 5 - Você já participou de alguma formação que discutisse o ensino de geometria nos anos iniciais?



Fonte: dados do questionário.

Entretanto, mesmo se considerarmos o grupo que já recebeu algum tipo de formação referente ao ensino de geometria (45%), pelas respostas do Quadro 17 podemos verificar que tais formações nem sempre resultam em mudanças efetivas em suas intervenções, como argumenta P11, por exemplo.

Quadro 17 - Caso a resposta seja sim, descreva um pouco sobre e como foi abordada

PROFESSOR	RESPOSTAS
P1	“Jogos interativos”.
P4	“Foram apresentados tipos de recursos que poderiam ser usados na prática”.
P8	“Recentemente no curso de mestrado em Tecnologias”.

P10	“Foram apresentadas ferramentas que oferecem oportunidades para explorar, manipular e construir figuras geométricas”.
P11	“Em cursos da plataforma AVAMEC, mas fica difícil implementar os recursos quando a escola que temos, não existe sala de informática, o que seria bom ter, mas que pode-se ter outros aprendizados com Matemática sem o uso do computador”.

Fonte: dados do questionário.

Quanto a haver algum tipo de diálogo entre os professores no intuito de discutir sobre o ensino de Matemática, a maioria dos professores respondeu “não”, como exposto no Quadro 18. Com efeito, as falas de P3, P4, P7, P8 e P9 evidenciam que uma das lacunas na formação docente é justamente a ausência de uma cultura de colaboração e diálogo pedagógico entre os pares.

Quadro 18 - Existe um diálogo entre os professores da escola (ou da rede de ensino) para discutir questões relacionadas ao ensino e à aprendizagem de Matemática? Se sim, como esses diálogos acontecem? Como você descreveria a qualidade desses diálogos?

PROFESSOR	RESPOSTAS
P1	“Não”.
P2	“Não”.
P3	Às vezes, quando há necessidade de alinhar resultados das avaliações. Acho que os diálogos deveriam ser uma rotina, entre professores e coordenação pedagógica.
P4	“Nas formações de professores, que na maioria das vezes os temas são muito repetitivos”.
P5	“Não”.
P6	“Ainda não vivenciei”.
P7	“Existe pouco, ou melhor, quase nenhum. Pois, os professores acabam trabalhando da sua maneira. E muitas vezes não agregam significados e importância necessária ao ensino da geometria. Por vezes, remanejando os conteúdos para os anos seguintes”.
P8	“O que existe são formações mensais e aborda esse campo matemático”.
P9	“Não existe, trocamos ideias e sugestões durante as formações continuadas, não considero um diálogo”.
P10	“Não”.
P11	“Não”.

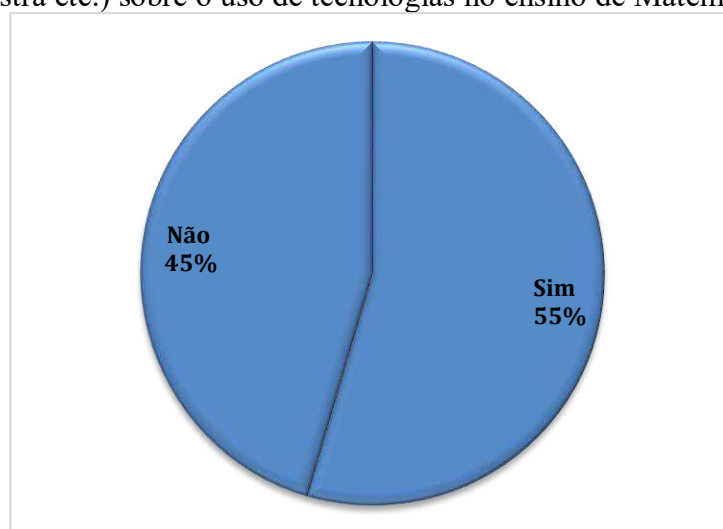
Fonte: dados do questionário.

O isolamento, portanto, é um dos fatores que impede a troca de experiências e reforça práticas individuais, uma realidade que contrasta com as ideias de teóricos como Nóvoa (1992) e Imbernón (2017), que defendem a construção coletiva do conhecimento, pautada na reflexão conjunta e contextualizada.

5.1.6 Categoria: cultura colaborativa e diálogo profissional

Esta categoria reforça a lacuna no que tange à falta de formação docente sobre o uso de tecnologias voltadas ao ensino de Matemática. A respeito da dissonância entre as formações e a realidade estrutural das escolas, Perrenoud *et al.* (2002) e Nóvoa (1992) destacam que o desenvolvimento profissional docente ocorre em contextos colaborativos, nos quais o saber do professor necessita estar articuladas com as situações vivenciadas no cotidiano escolar.

Gráfico 6 - Você já participou de alguma formação (curso, oficina, palestra etc.) sobre o uso de tecnologias no ensino de Matemática?



Fonte: dados do questionário.

De acordo com o Gráfico 7, 55% dos professores analisados nunca participaram de uma formação que focasse especificamente o uso de tecnologias no ensino de Matemática, o que reforça ainda mais a necessidade de atualização desses professores. Entretanto, cabe aqui enfatizar que apenas receber a formação não é suficiente, uma vez que a escola precisa oferecer condições para que o professor possa aplicar os conhecimentos adquiridos. Como apontando por P11, “fica difícil implementar os recursos quando a escola que temos, não existe sala de informática”.

Quadro 19 - Se sim, descreva brevemente

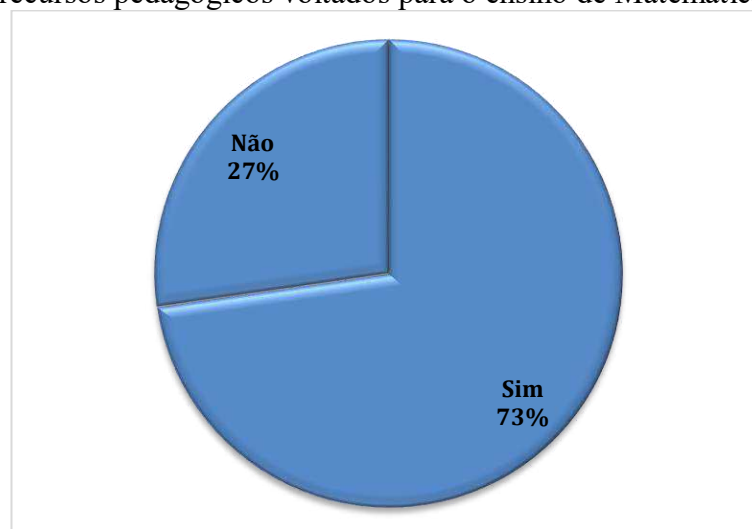
PROFESSOR	RESPOSTAS
P1	“Jogos interativos”.
P4	“Foram apresentados tipos de recursos que poderiam ser usados na prática”.
P8	“Recentemente no curso de mestrado em Tecnologias”.

P10	“Foram apresentadas ferramentas que ofereçam oportunidades para explorar, manipular e construir figuras geométricas”.
P11	“Em cursos da plataforma AVAMEC, mas fica difícil implementar os recursos quando a escola que temos, não existe sala de informática, o que seria bom ter, mas que pode-se ter outros aprendizados com Matemática sem o uso do computador”.

Fonte: dados do questionário.

Complementando as respostas do Quadro 19, o Gráfico 8 vem trazer as respostas a respeito dos recursos pedagógicos aos quais os professores tiveram acesso durante as formações das quais participaram. Desse modo, podemos verificar que 73% dos professores que receberam alguma formação tiveram acesso a recursos pedagógicos, digitais ou manipuláveis.

Gráfico 7 - Durante essas formações, você teve contato com recursos pedagógicos voltados para o ensino de Matemática?



Fonte: dados do questionário.

Portanto, o cenário é o de uma formação tecnológica fragmentada e, muitas vezes, descontextualizada em que há um contato pontual com recursos (Gráfico 8), mas não parece haver um trabalho sistemático que promova a apropriação crítica e a integração intencional dessas ferramentas ao planejamento pedagógico, como defende Moran (2013). Como apontam Fonseca *et al.* (2001), a mera apresentação de recursos é insuficiente; é a articulação entre os saberes teóricos e a realidade contextualizada que gera um maior envolvimento e compreensão.

5.1.7 Categoria: recursos para o ensino de geometria

Esta categoria aborda a presença ou ausência de materiais e recursos tecnológicos durante as formações voltadas ao ensino de geometria, revelando o contraste entre modelos de ensino tradicionais e a tentativa de se integrar recursos tecnológicos. Nesse contexto, a maioria

dos professores afirmou que presenciou a apresentação de materiais que poderiam ser utilizados em sala de aula, e isso contribuiria sobremaneira para a ampliação de seu repertório didático e, conseqüentemente, para o seu trabalho como professor. No Quadro 20, eles chegam, inclusive, a apontar os recursos a que tiveram acesso, como podemos verificar a seguir:

Quadro 20 - Caso sim, quais recursos você conheceu? (Exemplos: *softwares*, jogos digitais, jogos analógicos, materiais concretos, aplicativos, caneta de impressão 3D etc.)

PROFESSOR	RESPOSTAS
P1	“ <i>Softwares</i> , aplicativos e jogos”.
P2	“Jogos digitais e materiais concretos”.
P4	“Jogos digitais, materiais concretos e aplicativos”.
P5	“Materiais concretos”.
P8	“Jogos digitais”.
P10	“Software e jogos digitais”.
P11	“Como foi na plataforma Avamec, somente alguns poucos jogos digitais foi visto”.

Fonte: dados do questionário.

No Quadro 21 destaca-se, sobretudo, a menção quase unânime aos materiais recicláveis (P2, P3, P4, P5, P7, P8, P9, P10, P11) e a materiais confeccionados pelos próprios professores, como jogos (P8). A fala de P11 “sempre utilizo tampas de garrafas para ensino de Matemática e consigo um bom aprendizado com isso” evidencia que, na ausência de recursos industrializados ou tecnológicos, o professor cria suas próprias soluções a partir do que está disponível.

Quadro 21 - Quais dos materiais/recursos/ferramentas abaixo, você e seus alunos já utilizaram em sala de aula?

PROFESSOR	RESPOSTAS
P1	“Computador ou notebook, data show, <i>softwares</i> e/ou aplicativos de construção, kits de Robótica”.
P2	“Data show, material de pintura e desenho, materiais recicláveis”.
P3	“Celular, computador ou notebook, data show, material de pintura e desenho, material de papelaria, materiais recicláveis”
P4	Celular, computador ou notebook, data show, material de pintura e desenho, material de papelaria, materiais recicláveis”.
P5	“Computador ou notebook, materiais recicláveis”.
P6	“Celular”.
P7	“Data show, material de pintura e desenho, material de papelaria, materiais recicláveis”.
P8	“Celular, data show, material de papelaria, materiais recicláveis”.
P9	“Celular, Computador ou notebook, data show, material de pintura e desenho, materiais de papelaria, materiais recicláveis”.

P10	“Celular, computador ou notebook, data show, <i>softwares</i> e/ou aplicativos de construção, material de pintura e desenho, material de papelaria, materiais recicláveis”.
P11	“Materiais recicláveis”.

Fonte: dados do questionário.

Já no Quadro 22, os docentes falam sobre suas experiências com os materiais manipuláveis, demonstrando como tal uso facilita a compreensão de conteúdos abstratos. Nessa ocasião, os professores revelam suas estratégias quanto aos recursos utilizados, inclusive muitos deles produzidos pelos próprios professores. O uso de materiais simples e acessíveis, como tampas de garrafa, mostra que é possível criar situações de aprendizagem eficazes, mesmo com poucos recursos (P11).

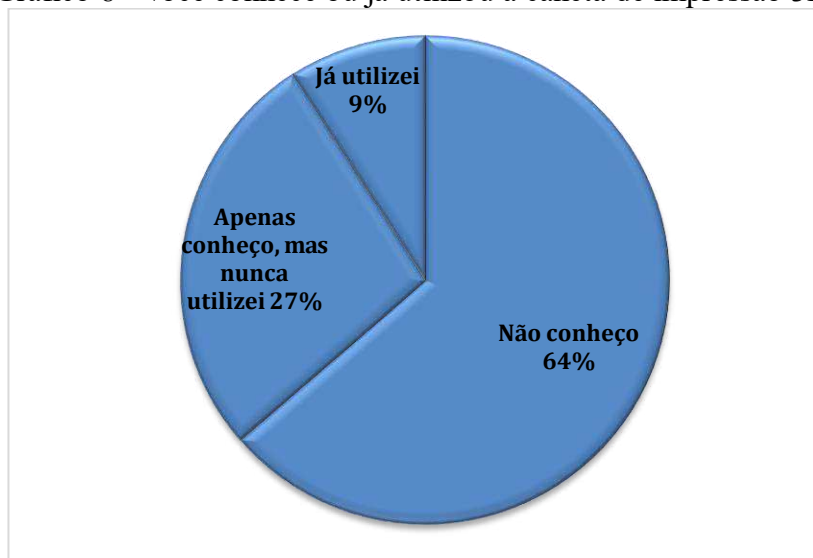
Quadro 22 - Se possível, comente sobre a experiência de uso

PROFESSOR	RESPOSTAS
P1	“Os alunos demonstraram bastante interesse”.
P2	“Trabalhando os números decimais com materiais manipuláveis, por exemplo, material dourado. A prática por meio desses materiais facilitou bastante na assimilação do conteúdo”.
P3	“Sempre que possível tento integrar algum recurso às aulas, de acordo com o planejamento. Os alunos podem vivenciar o que aprenderam e assim aprender além do livro”.
P4	“A escola não dispõe de recursos além do data show”.
P5	“A aula se tornou mais enriquecida”.
P6	Não respondeu.
P7	“Geralmente trabalho com desenhos, recortes e colagens. Também utilizo muito material reciclado”.
P8	“O que utilizo bastante são materiais confeccionados por mim como jogos”.
P9	“Sempre que possível trabalho nas turmas de 1 e 2 ano com recursos diversos para consolidar a aprendizagem dos alunos”.
P10	“Jogos digitais de acordo com o planejamento de aula”.
P11	“Sempre utilizo tampas de garrafas para ensino de Matemática e consigo um bom aprendizado com isso”.

Fonte: elaborado pela autora.

Esse cenário de adaptação e uso de materiais tradicionais contrasta com o conhecimento sobre tecnologias emergentes. O Gráfico 9 revela um dado contundente: a grande maioria dos professores (64%) sequer conhece a caneta de impressão 3D, e apenas uma docente (9%) já a utilizou. Esse resultado reflete o fato de que há poucos estudos em relação à sua aplicação dentro do contexto educacional com crianças.

Gráfico 8 - Você conhece ou já utilizou a caneta de impressão 3D?



Fonte: dados do questionário.

As respostas no Quadro 23 aprofundam essa lacuna sobretudo a partir das respostas de P3, P8 e P11, e das concepções equivocadas sobre sua necessidade de infraestrutura para o uso da caneta de impressão 3D, como a fala de P4. Esse desconhecimento geral do grupo sobre a ferramenta, seu custo acessível e sua autonomia operacional reiteram o argumento de Silveira e Bazzo (2009) sobre a necessidade de uma avaliação crítica e de um redimensionamento do papel das tecnologias na sociedade e, conseqüentemente, na escola.

Quadro 23 - De que forma você acredita que a caneta de impressão 3D pode ser utilizada no ensino de Matemática?

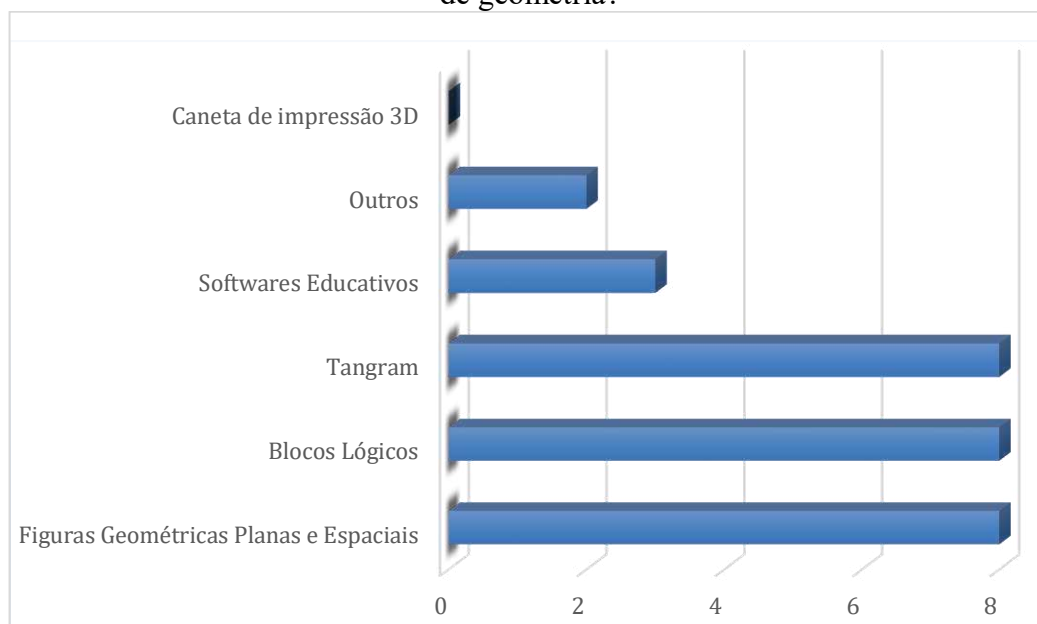
PROFESSOR	RESPOSTAS
P1	Não respondeu.
P2	“A caneta 3D como recurso didático ajudaria bastante para compreender o conteúdo, pois além de trabalhar o conteúdo também trabalha o visual, a coordenação motora fina, a criatividade, atenção e o equilíbrio, habilidades estas que dialogam com os objetivos do ensino de Matemática”.
P3	“Não conheço”.
P4	“Para usar a caneta tenho que utilizar a lousa digital, o que não existe na escola”.
P5	“A profundidade das formas geométricas serão melhor compreendidas”.
P6	Não respondeu.
P7	“Seria um sonho. Oportunizaria as crianças na percepção e aprendizado da geometria plana e espacial. Tornaria as aulas de Matemática mais atrativas e significativas”.
P8	“Não usei”.
P9	“Acredito que poderá ajudar os alunos a construir sua ideia de forma, volume, tamanho, dimensão”.
P10	“Uma ótima ferramenta que facilitará a aprendizagem, ajudando a visualizar os conceitos de geometria”.

P11	“Não tenho ideia”.
-----	--------------------

Fonte: dados do questionário.

O Gráfico 10, assim como o Quadro 21, apresenta os principais recursos utilizados pelos professores para ensinar conteúdos de geometria, com a predominância de materiais concretos e manipuláveis. Já o uso de *softwares* educativos, citados por três participantes, representa a inserção de tecnologias digitais no contexto escolar. Quanto à categoria “Outros”, podemos inferir que se trata de materiais próprios, produzidos ou adaptados pelos professores. Apesar de conhecerem e terem utilizado a caneta de impressão 3D, esta não foi mencionada nenhuma das vezes.

Gráfico 10 - Quais recursos pedagógicos você utiliza (ou já utilizou) para ensinar conteúdos de geometria?



Fonte: dados do questionário.

Apesar do desconhecimento técnico, observa-se que, quando questionados sobre a contribuição da caneta de impressão 3D para a geometria (Quadro 24), mesmo sem nunca terem usado a ferramenta, antecipam possíveis efeitos sobre o processo de aprendizagem.

Quadro 24 - Você acredita que o uso de recursos (como a caneta de impressão 3D) pode contribuir para a aprendizagem de geometria? Por quê?

PROFESSOR	RESPOSTAS
P1	“Sim... Torna as experiências mais significativas”.

P2	“Sim. Pois ajudaria melhor compreender as diferentes maneiras que a geometria se caracteriza, dando maior percepção visomotora a respeito das diferentes figuras planas e não planas”.
P3	“A partir das vivências com os recursos as crianças aprendem de forma diferente”.
P4	“Sim, são materiais modernos e atrativos”.
P5	“Sim”.
P6	Não respondeu.
P7	“Sim, como já expliquei seria um sonho. Acrescentaria um lúdico inovador às aulas de Matemática. Seria uma oportunidade à Escola pública. Seria uma busca de qualidade no ensino da Matemática para os anos iniciais”.
P8	“Ainda não trabalhei com a caneta de impressão”.
P9	“Sim, acredito que poderá ser um recurso a mais para a construção da aprendizagem de geometria”.
P10	“Sim. As crianças terão a oportunidade de construir figuras, tornando a aprendizagem mais significativa”.
P11	“Tudo, toda forma de ensino com materiais novos, sempre é bem-vindo”.

Fonte: dados do questionário.

As categorias apresentadas revelam um corpo docente experiente e consciente dos desafios relacionados ao ensino de geometria. Ao mesmo tempo, podemos observar professores com uma postura alinhada ao pensamento construtivista e abertos à inserção de novas ferramentas ao cotidiano escolar, reforçando a pertinência da pesquisa.

5.2 Percepções dos professores sobre a oficina

A análise dos dados coletados durante a oficina foi organizada a partir de três categorias temáticas: familiarização técnica, materialização de conceitos geométricos e reflexão sobre a prática. Cada categoria se refere a uma dimensão da experiência do contato com a caneta de impressão 3D, bem como a reflexão sobre o fazer pedagógico desses docentes.

5.2.1 Categoria: *Familiarização técnica*

Esta categoria representa as primeiras impressões sobre a caneta de impressão 3D, bem como as principais dificuldades técnicas e quanto ao manuseio da caneta (Quadro 25). O receio inicial dá lugar à descoberta de PP2 com um “é só um jeitinho” e “o segredo é a proximidade do bico com o papel. Esse contato talvez seja isso mesmo. Agora que eu observei isso”. O erro deixa de ser visto como falha e passa a ser visto como algo que faz parte do processo, como evidenciado na fala de PP1 “são os testes que a gente vai fazendo”.

Quadro 25 - Familiarização técnica com o recurso

Categoria: Familiarização técnica com o recurso
PP1: “Fazer o desenho no ar, olha já sai bem retinho, né? Mas para eu formar uma peça em 3D, os sólidos, a gente usaria uma outra técnica que facilitaria esse manuseio”. “Pronto consegui, mas isso é bom, porque são os testes que a gente vai fazendo!” PP2: “Eu olhava assim, não estou com coordenação para isso. E quando você começa a fazer, é só um jeitinho. E a gente vai aprendendo. É só um jeitinho”. “O segredo é a proximidade do bico com o papel. Esse contato talvez seja isso mesmo. Agora que eu observei isso”. PP3: “Eu gostei. Eu achei que era mais difícil de controlar. Mas quando começou a sair, eu percebi que não é tão difícil”. “Vou tentar fazer uma emenda e dar continuidade”.

Fonte: dados do diário de campo.

A mudança de percepção expressa por PP3, quando diz: “eu achei que era mais difícil de controlar. Mas quando começou a sair, eu percebi que não é tão difícil”, e PP2 quando enfatiza que “o segredo é a proximidade do bico com o papel [...] Agora que eu observei isso”, demonstra que o grupo seguiu um percurso de tentativas e descobertas. Essa é a materialização do Construcionismo papertiano, segundo o qual o conhecimento sobre a ferramenta é construído na ação de utilizá-la para um fim. Numa superação inicial, a apropriação pedagógica da caneta avança da mera reprodução para a autoria, percebendo a própria ação se materializando.

5.2.2 Categoria: Materialização de conceitos geométricos

Esta categoria apresenta as percepções das professoras sobre o uso da caneta de impressão 3D como um recurso capaz de reduzir a distância entre a abstração da geometria e a compreensão dos alunos. Pelas falas das professoras, podemos perceber que elas reconhecem a ferramenta como algo que poderia auxiliar a aprendizagem dos alunos. PP1 reconhece o contato tátil como o caminho mais fácil para a aprendizagem (Quadro 26). Já PP3 aponta para a materialização de elementos específicos das figuras geométricas espaciais (vértice, aresta, face), o que caracteriza o avanço do nível 0 (Visualização), onde a forma é vista como um todo, para o nível 1 (Análise), onde suas propriedades são identificadas, conforme descrito por van Hiele.

Quadro 26 - Materialização de conceitos geométricos

Categoria: Materialização de conceitos geométricos
PP1: “Às vezes alguns conceitos de Matemática são muito abstratos. A gente precisa de algo mais concreto para poder pegar”. “Uma coisa é ele perceber esse triângulo, uma coisa é ele ouvir e imaginar algo que ele não tem noção. É a maneira de fazer com a própria caneta, ele vai sentir. Sentir, ou seja, ele vai captar com mais

facilidade”.

PP2: “Também a geometria, não é só a forma geométrica. A gente tem grandezas e medidas também ligadas a essa área”.

PP3: “A gente tentou ver essa possibilidade de trabalhar geometria com eles para se tornar algo que eles possam realmente perceber o que é vértice, aresta, face que são conceitos mais difíceis deles compreenderem”.

Fonte: dados do diário de campo.

Como percebemos nas falas das professoras, elas não estão apenas preocupadas em fazer a caneta funcionar, mas começam a perceber que a ferramenta não é apenas um meio para produzir objetos, e sim um artefato que materializa os conceitos abstratos como a relação de grandezas, medidas, vértices, arestas e faces. Nesse processo, PP1 passa a refletir sobre o aluno “imaginar algo que ele não tem noção”, que com a caneta “ele vai sentir. Sentir, ou seja, ele vai captar com mais facilidade”. As docentes reconhecem que a ação pode reestruturar a forma como o aluno constrói o conhecimento, validando empiricamente a importância da mediação instrumental.

5.2.3 Categoria: Reflexão sobre a prática

Esta categoria revela que a oficina propiciou um processo de reflexão sobre a implementação do recurso em sala de aula (Quadro 27). Nessa ocasião, as docentes se puseram a pensar sobre os desafios que enfrentariam em sala de aula, sobretudo em turmas numerosas, mas também o reconhecimento da relevância dessa ferramenta pedagógica. Destacamos aqui a fala de PP2, que mostra entusiasmo diante desse novo recurso, indicando que a caneta pode ser um vetor de engajamento e inovação. Em contrapartida, PP3 antecipa uma dificuldade pedagógica: a coordenação motora dos alunos.

Quadro 27 - Reflexão sobre a prática

Categoria: Reflexão sobre a prática

PP1: "Aqui com os dois quadrados estamos usando aquela técnica que é da solda. Pega duas peças e faz a emenda, juntando as duas peças e assim forma os sólidos".

PP1: "Também não vou fugir da realidade e dizer que isso aqui é fácil de levar para a sala de aula, cada uma. Porque a gente sabe que não".

PP2: "Olha a evolução! Eu queria fazer curvadinho assim, né? Todo bem encaracolado. E eu também queria ligar pontos, deixar ele todo ligado".

PP2: “Eu estava aqui pensando que até a questão de volume fica interessante para as crianças do segundo ano compreenderem. Porque quando a gente trabalha com eles só de geométricos, eles ficam, mesmo você levando, por exemplo, levo para a sala o cubo, levo o bloco retangular, mas eles olham e já é o quadrado, é o retângulo. Aí eu mostro só o papel com o retângulo, o quadrado, e mostro o sólido. E eles continuam achando que é a mesma coisa, porque eles vão pelas laterais, pelos lados. Eles não têm ainda a compreensão do volume”.

PP3: "Quando a gente trabalha com eles só as formas geométricas, eles não têm ainda a compreensão do volume. E aqui construindo dá para se entender, porque vai enchendo, eles vão percebendo o que está dentro".

PP3: "Eu acho que o maior desafio vai ser a coordenação motora mesmo deles sem o molde. Eles não vão ter, acho que, essa habilidade toda. Pelo menos alguns".

Fonte: dados do diário de campo.

O Quadro 27 evidencia que as professoras atribuem importância ao caráter concreto da geometria para apoiar a compreensão de ideias mais abstratas. Nessa perspectiva, PP3 ressalta como a caneta de impressão 3D pode materializar as figuras geométricas espaciais, facilitando a assimilação do que está “dentro” dos sólidos. De modo geral, as colocações das docentes revelam um pensamento crítico e realista sobre como esse instrumento poderia ser inserido em sala de aula, o que representa uma alternativa e um avanço ao modelo tradicional de ensino.

5.3 Análise da experiência docente com a caneta de impressão 3D

Nesta seção, a análise se aprofunda nos dados obtidos por meio das entrevistas semiestruturadas, realizadas ao final da oficina pedagógica. A escolha por este instrumento ampliou a compreensão sobre o processo vivenciado, de modo que as participantes puderam expressar suas impressões, dificuldades e aprendizagens. As respostas foram organizadas em quatro categorias temáticas que orientam as discussões a seguir.

5.3.1 Categoria: *Percepções sobre a oficina e a aprendizagem com a caneta de impressão 3D*

A análise das percepções iniciais sobre a oficina indica um impacto duplo na formação das professoras. De um lado, destaca-se o reconhecimento de que a atividade exerceu uma função instrumental importante, preenchendo uma lacuna relacionada ao domínio técnico da ferramenta. De outro, as falas evidenciam que a experiência inicial ajudou a romper a insegurança diante do equipamento, num primeiro contato mais autônomo, como exposto no Quadro 28:

Quadro 28 - Quais aspectos da oficina você considera mais significativos para sua formação docente?

Categoria: Percepções sobre a oficina e a aprendizagem com a caneta de impressão 3D

PP1: “O que vejo de positivo, e significativo para a minha formação docente é que seria mais um instrumento para ser utilizado em sala de aula na questão da aprendizagem das crianças. Vai ser mais um instrumento, vai ser mais um recurso que eu poderia usar para trabalhar com as crianças de uma forma interessante porque eles

iam interagir e vão ver no concreto como é que acontece, como eles podem ser mediadores dessa aprendizagem fazendo na prática o que a gente ensina só na teoria”.

PP2: “A apresentação da caneta, como carregar, como manusear, pois eu não conhecia nada e achei muito interessante”.

PP3: “A oficina foi relevante, pois foi possível conhecer a caneta 3D e perceber como posso utilizar como recurso grandioso para as minhas práticas pedagógicas na sala de aula. O manuseio e as diferentes maneiras para usá-la tornou a oficina rica de aprendizagem”.

Fonte: dados da entrevista.

A análise evidencia que as professoras reconhecem a oficina como positiva e formativa, sobretudo por apresentar um novo recurso pedagógico que pode facilitar a aprendizagem dos alunos. A menção ao papel das crianças como “mediadoras da aprendizagem” ao realizarem manipulações concretas sugere um deslocamento em direção a uma perspectiva construtivista, na qual o estudante participa ativamente da construção do conhecimento, alinhando-se às diretrizes da BNCC que valorizam metodologias investigativas e a experimentação em sala de aula.

5.3.2 Categoria: Aplicabilidade da ferramenta em sala de aula

Nesta categoria, a análise demonstra que as professoras assimilaram as propostas da oficina e iniciaram um processo de apropriação pedagógica, projetando usos criativos e diversificados da ferramenta para suas próprias realidades. As projeções das professoras, apresentadas no Quadro 29, revelam essa crescente autonomia.

Quadro 29 - De que forma você imagina utilizar a caneta de impressão 3D com seus alunos?

Categoria: Aplicabilidade da ferramenta em sala de aula

PP1: “A gente poderia utilizar nas aulas de Matemática, Arte, principalmente, mas além disso, nas outras disciplinas tem como a gente utilizar com assuntos que são comuns nas mesmas disciplinas. Então, você poderia fazer uma atividade interdisciplinar com o uso dessa caneta”.

PP2: “Posso utilizar na construção de formas geométricas, figuras com simetria, criar figuras e explorar vértices, lados, arestas e até a escrita do nome próprio”.

PP3: “Como se trata de um recurso inovador, primeiramente faria uma oficina para saber manuseá-la. Após esse primeiro contato, iria perceber em qual situação relevante poderia ser utilizada a experiência com a caneta 3D[...] na Matemática os diferentes sólidos geométricos; elaborar situações que envolva problemas de adição e subtração, ou seja, as crianças podem formar conjuntos e desenhar elementos que correspondam a qualidade desejada”.

Fonte: dados da entrevista.

Em relação à aplicabilidade da ferramenta em sala de aula (Quadro 29), as percepções das professoras convergem para um ponto central: a versatilidade da caneta de impressão 3D. A fala de PP1 é emblemática ao sugerir a elaboração de “uma atividade interdisciplinar”, mobilizando a ferramenta em aulas de Matemática e de outros componentes curriculares. Tal perspectiva dialoga com a concepção de ensino defendida por Lorenzato (2006), ao afirmar que o uso de materiais manipuláveis aproxima o aluno do conhecimento por meio da experiência.

5.3.3 Categoria: Contribuição para o ensino das figuras geométricas planas e espaciais

A contribuição para o ensino das figuras geométricas planas e espaciais aprofunda o aspecto central da oficina, que é a capacidade de materializar conceitos abstratos (Quadro 30). PP1 descreve a confusão comum dos alunos entre o quadrado (figura plana) e o cubo (sólido geométrico). Essa constatação dialoga com a teoria dos níveis de van Hiele (1986), segundo a qual o desenvolvimento do pensamento geométrico ocorre de forma gradual, iniciando pela visualização, passando pela análise das propriedades e avançando para níveis mais abstratos de raciocínio.

O Quadro 30 reúne as falas que articulam essa contribuição conceitual entre o bidimensional e o tridimensional, resolvendo uma dificuldade de aprendizagem clássica.

Quadro 30 - Como a experiência com a caneta de impressão 3D contribuiu para a compreensão e visualização de conceitos geométricos, como figuras geométricas planas e espaciais?

Categoria: Contribuição para o ensino das figuras geométricas planas e espaciais
PP1: “O que é interessante é que as crianças, quando elas veem as figuras planas e os sólidos geométricos, às vezes eles ficam confusos. Embora na gravura seja diferente, mas eles ficam assim: mas isso aqui não é um quadrado? Por que aquilo ali é um cubo? Na cabecinha de alguns ele é meio confuso. E quando eles veem aquilo ali na prática, eles fazendo aquelas figuras e formando os sólidos geométricos, eles vão entender a diferença da figura plana e do sólido geométrico. Então, essa questão do uso da caneta para a geometria é fantástica. Eu acho que para eles é bem significativo”. PP2: “Nos permite visualizar e construir com as crianças os conceitos de lado, linha, arestas, vértices, formas, simetria e outros”. PP3: “A caneta 3D é uma ferramenta essencial para explorar o conceito matemático, pois o aluno pode alcançar a maior compreensão do conceito vivenciando na prática, ou seja, ele não apenas vai ver as figuras e os sólidos geométricos de modo conceitual, mas também terá o momento de realizar suas próprias experiências de poder explorar e manusear as diferentes figuras e sólidos geométricos. Desse modo, ele terá maior clareza e motivação para compreensão do conteúdo, e o despertar para aprendizagem”.

Fonte: dados da entrevista.

Segundo as docentes, os materiais manipuláveis produzidos com a caneta de impressão 3D tornaram mais acessível a compreensão das figuras geométricas planas e espaciais, ao fortalecer a visualização e o contato tátil com as formas. Tal percepção se articula aos estudos de Silveira, Aguiar e Frizzarini (2019; 2023), que destacam o uso do recurso na criação de representações geométricas inclusivas, e aos achados de Ng, Shi e Ting (2020), que registram melhor retenção das propriedades das figuras geométricas espaciais quando os estudantes constroem modelos tridimensionais.

5.3.4 Categoria: Limitações percebidas e sugestões de melhoria

A categoria Limitações percebidas e sugestões de melhoria aponta os desafios práticos e estruturais que permeiam a incorporação de inovações no ambiente escolar. No eixo pedagógico, evidencia-se a curva de aprendizagem do próprio professor, como destaca PP3; já no eixo material e estrutural, sobressaem as preocupações com a segurança no manuseio da ferramenta e, sobretudo, com o “custo monetário” (apontado por PP2 e PP3).

Esta categoria demonstra a maturidade da reflexão das participantes, que equilibram o entusiasmo com um olhar realista sobre os desafios da implementação da tecnologia no chão da escola. A análise das limitações, apresentada no Quadro 31, revela também a validação empírica da necessidade do PED desta pesquisa.

Quadro 31 - Quais foram os principais desafios ou limitações que você percebeu ao pensar na incorporação da caneta de impressão 3D em sua prática pedagógica?

Categoria: Limitações percebidas e sugestões de melhoria
PP1: “Com o uso da caneta, o que eu achei, o maior desafio que eu achei é a questão da criança se queimar com a queimadura, né? Enquanto alguns a gente explica, mostra bem direitinho a questão de como utilizar, os cuidados que devem ter, algumas crianças elas, por impulso, elas encostam, elas pegam, então assim, esse foi desafio que eu vi na questão do uso da caneta. Seria essencial algum material de apoio, uma apostila, algo assim, com esse material para que a gente pudesse fazer com os alunos. Poder adaptar pra sala”. PP2: “Acredito que o custo monetário, pois, a depender da quantidade de alunos, necessitaria de um número maior de canetas para fazer pequenos grupos, trios ou duplas”. PP3: “Primeiramente, foi saber sobre o manuseio da ferramenta, em alguns momentos foram bastantes complexos, pois precisava de uma boa prática para sua utilização ser mais eficaz. Outro fator foi o custo/valor ainda se torna alto o custeio, acredito que seria interessante cada criança ter sua própria caneta 3D para ter mais dinâmica nas aulas”.

Fonte: dados da entrevista.

A partir da análise do Quadro 31 percebe-se que as preocupações das professoras se organizam em eixos claros: a segurança e gestão de sala de aula (PP1), o acesso e o custo para turmas numerosas (PP2, PP3), e a necessidade de formação e suporte contínuo (PP3). A demanda explícita de PP1 por “algum material de apoio, uma apostila, para que a gente pudesse fazer com os alunos” não é apenas uma sugestão, é a validação da relevância do *e-book* desenvolvido nesta dissertação. O PED foi concebido exatamente para preencher essa lacuna, oferecendo o suporte estruturado que as próprias professoras identificaram como essencial para a apropriação e replicação da metodologia.

5.4 Convergência e complementaridade dos instrumentos de coleta de dados

A triangulação dos dados constitui uma etapa fundamental na análise qualitativa, pois possibilita o cruzamento de diferentes fontes de informação, ampliando a consistência interpretativa dos achados e fortalecendo a validade dos resultados (Bardin, 2011). Neste estudo, em específico, a partir da articulação entre os três instrumentos de coleta de dados foi possível compreender as percepções construídas na experiência e reflexões posteriores sobre a aplicabilidade pedagógica da caneta de impressão 3D.

Os dados oriundos do questionário indicam um corpo docente com ampla experiência profissional e com concepções de ensino que se aproximam de uma perspectiva construtivista da Matemática em que se observa a valorização do uso de recursos didáticos, da ludicidade e da contextualização dos conteúdos como elementos centrais da ação docente. No entanto, essas concepções convivem com limitações concretas, relacionadas tanto às condições estruturais das escolas quanto às lacunas formativas e à insegurança no uso de novas tecnologias, especialmente no que diz respeito ao ensino de geometria. Esse panorama inicial traçado pelo questionário encontra respaldo nos dados produzidos durante a oficina pedagógica e é aprofundado pelas entrevistas realizadas posteriormente.

Os registros da oficina evidenciam um processo de superação das dificuldades técnicas inicialmente manifestadas pelas professoras e mostram que o contato direto com a caneta de impressão 3D mudou a forma como o recurso passou a ser percebido. O que em um primeiro momento, era visto como algo complexo ou distante da realidade escolar foi sendo compreendido como uma ferramenta possível de ser apropriada pedagogicamente. Esse movimento dialoga com os resultados do questionário, no qual a maioria dos respondentes declarou não conhecer ou nunca ter utilizado a caneta, embora reconhecesse sua aplicação no contexto educacional.

No que se refere ao ensino de geometria, a triangulação dos dados revela uma convergência consistente entre os diferentes instrumentos. No questionário, os professores reconhecem a importância desse campo da Matemática nos anos iniciais, mas apontam dificuldades recorrentes relacionadas à abstração dos conceitos, à escassez de recursos didáticos e à fragilidade da base conceitual dos alunos. Essas percepções reaparecem nos registros da oficina, quando as professoras destacam a confusão frequente entre figuras planas e espaciais, bem como a dificuldade das crianças em compreender noções como volume, arestas e vértices. Nas entrevistas, esse aspecto é aprofundado, evidenciando que a construção tridimensional proporcionada pela caneta de impressão 3D possibilita a visualização e a compreensão dessas diferenças, contribuindo para o avanço nos níveis do pensamento geométrico descritos por van Hiele (1986).

Outra convergência diz respeito ao papel dos materiais manipuláveis no processo de aprendizagem. No questionário, os docentes demonstram reconhecer amplamente a importância desses recursos, ainda que façam uso predominante de materiais simples e recicláveis, muitas vezes produzidos por eles próprios. Durante a oficina, a caneta de impressão 3D passa a ser compreendida como uma ampliação desse repertório didático, e não como uma substituição das estratégias consolidadas.

Essa percepção é corroborada nas entrevistas, nas quais as professoras destacam a caneta como mais um instrumento mediador da aprendizagem, sobretudo no ensino de geometria, reforçando a compreensão de que a inovação tecnológica, quando situada no contexto do trabalho docente, dialoga com os saberes experienciais construídos ao longo da trajetória profissional, conforme aponta Tardif (2014).

No que se refere à formação docente, os dados do questionário indicam a insuficiência de formações continuadas voltadas ao ensino de geometria e ao uso pedagógico das tecnologias. Essa lacuna se manifesta novamente nas falas das professoras durante a oficina, especialmente quando relatam dificuldades iniciais no manuseio da caneta e a necessidade de orientações mais instrumentais. Nas entrevistas, essa demanda se torna ainda mais explícita, por meio da solicitação de materiais de apoio, como apostilas e orientações didáticas que auxiliem a implementação do recurso em sala de aula. Essa convergência entre os instrumentos valida empiricamente a proposta do PED nesta pesquisa, concebido para oferecer suporte pedagógico estruturado aos professores.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em resposta ao objetivo geral, esta pesquisa constatou que uma SD, fundamentada na cultura *maker* e mediada pela caneta de impressão 3D, se mostrou consistente como proposta formativa para professores do 2º ano do EF no ensino das figuras geométricas planas e espaciais. A experiência investigativa evidenciou que a inserção desse recurso, quando articulada a uma organização didática planejada e a momentos sistemáticos de reflexão coletiva, amplia o repertório de ensino da geometria em conteúdos que exigem visualização, análise espacial e compreensão estrutural das formas.

No que se refere aos objetivos específicos, a análise das percepções e experiências docentes evidenciou as concepções iniciais marcadas por insegurança no uso de tecnologias e por uma abordagem da geometria ainda fortemente apoiada em representações bidimensionais. Ao longo da oficina, essas concepções foram sendo reelaboradas à medida que as professoras entraram em contato com possibilidades concretas de utilização da caneta de impressão 3D no ensino. Os registros produzidos indicaram que o contato direto com o recurso fomentou uma leitura mais crítica sobre os limites das estratégias tradicionalmente utilizadas e abriu espaço para a incorporação de novas formas de organizar o ensino das figuras geométricas.

O desenvolvimento da SD, estruturada a partir dos princípios da cultura *maker*, constituiu outro eixo central da pesquisa. A organização das atividades em etapas progressivas, iniciando pela coordenação motora, passando pelas figuras planas e culminando na construção das figuras espaciais, revelou-se coerente com os níveis de pensamento geométrico descritos por van Hiele. Essa progressão propiciou que as professoras reconhecessem a importância de respeitar o percurso cognitivo dos estudantes, evitando abordagens abruptas que desconsideram a necessidade de transição entre visualização, análise e compreensão das propriedades das formas. Tal reconhecimento reforça a ideia de que o ensino de geometria nos anos iniciais requer planejamento cuidadoso e sensibilidade às formas de pensar das crianças.

A avaliação do impacto da sequência didática na formação docente indicou que a experiência vivenciada durante a oficina extrapolou o domínio instrumental do recurso tecnológico. As professoras relataram mudanças na forma de planejar atividades, selecionar materiais e organizar situações de ensino relacionadas à geometria. Observou-se, ainda, um movimento de maior autonomia na elaboração de propostas e na adaptação das atividades à realidade de suas turmas, o que aponta para a importância de formações continuadas que articulem experimentação, análise coletiva e reflexão sobre o ensino.

Os relatos registrados durante as entrevistas e questionários apontaram maior

envolvimento com os conteúdos trabalhados e a percepção de que a caneta de impressão 3D pode ser incorporada ao cotidiano escolar sem a necessidade de estruturas complexas. Quando questionadas sobre a contribuição do recurso para a elaboração de materiais manipuláveis, as professoras destacaram a possibilidade de construir representações mais próximas das formas reais, o que auxilia na compreensão das diferenças entre figuras planas e espaciais. Esse aspecto dialoga diretamente com a teoria dos níveis de van Hiele, uma vez que o trabalho com modelos tridimensionais contribui para a passagem do reconhecimento visual para análises mais detalhadas das propriedades geométricas.

A elaboração dos materiais manipuláveis ao longo da oficina configurou-se como um espaço de envolvimento das participantes evidenciados nas falas espontâneas registradas durante os encontros funcionaram como uma validação contínua da SD proposta, indicando sua pertinência e viabilidade no contexto escolar. Além disso, tais registros evidenciam que a formação docente baseada apenas na exposição teórica tende a produzir menor impacto do que aquelas que possibilitam ao professor experimentar, errar, revisar escolhas e discutir coletivamente os caminhos adotados.

Por outro lado, a pesquisa apresentou algumas limitações, como o número reduzido de participantes e a delimitação do *lôcus* da pesquisa, restringindo a generalização dos resultados. Do mesmo modo, a curta duração dos encontros da oficina limitou a aplicação mais aprofundada da caneta de impressão 3D em diferentes contextos e conteúdos matemáticos. Soma-se a isso a dinâmica dentro do ambiente escolar e o fato de que muitos professores ainda enfrentam dificuldades no domínio de tecnologias, o que pode afetar diretamente a implementação dessa proposta em larga escala.

Diante disso, sugerimos para pesquisas futuras a ampliação da proposta, em diferentes perspectivas, por exemplo, realizar o acompanhamento dos professores em suas próprias turmas, podendo, assim, observar como a implementação do uso da caneta de impressão 3D impacta em sua prática docente. Outra possibilidade seria aplicar o recurso em outros componentes curriculares e interdisciplinarmente. Além disso, seria viável trabalhar com um número maior de professores, ampliando a amostra e garantindo maior representatividade. Por último, propõe-se a inclusão direta dos alunos no processo de investigação, analisando como estes desenvolvem o pensamento espacial ao manipularem a ferramenta, trazendo dados complementares à visão docente explorada no estudo.

No que se refere às contribuições da pesquisa para a área da educação matemática, podemos afirmar que são muitas. Primeiramente porque a proposta viabiliza a relação entre teoria e práxis quando faz uma mediação concreta e tecnológica no ensino das figuras

geométricas. Em segundo lugar, porque reconhece a cultura *maker* como estratégia formativa que valoriza a autonomia, criatividade e protagonismo, tanto por parte dos professores quanto dos alunos.

A partir da experiência vivenciada na oficina, podemos afirmar que a caneta de impressão 3D é muito mais do que a implementação de um novo recurso em sala de aula. Entretanto, os resultados apontam que, para que haja uma consolidação da proposta da oficina, é necessário haver uma formação docente contínua, bem como a implementação dos recursos adequados e a adoção de estratégias de adaptação à realidade escolar. Para tanto, o *e-book* desenvolvido e apresentado nesta pesquisa pode funcionar como uma ferramenta de apoio para os professores, para que eles possam tanto ampliar quanto replicar a oficina. Isso sem dúvida fortalecerá a integração entre tecnologia, currículo e metodologias ativas

Por fim, esperamos que este trabalho inspire novas abordagens pedagógicas alinhadas às demandas atuais, sobretudo no que se refere ao ensino de Matemática. A intenção desta pesquisa é, e sempre foi romper com abordagens mecânicas que reduzem o pensamento geométrico à memorização de regras e fórmulas prontas. Ressaltamos que a incorporação de uma nova tecnologia não é imediata, visto que exige um processo que pode gerar uma dissonância com a prática já consolidada. É exatamente nesta lacuna entre o saber experiencial e a necessidade de inovação que esta pesquisa se insere, ao propor uma oficina pedagógica que dialoga com a bagagem docente enquanto apresenta uma nova possibilidade de ferramenta tecnológica.

REFERÊNCIAS

3D Fila. **Tendência:** caneta 3D Tudo o que você precisa saber. 2024. Disponível em: <https://3dfila.com.br/blog/caneta-3d/>. Acesso em: 20 maio 2024.

3DOODLER. Tactile Tech for Inclusive Teaching. **3D Pen Blog**, 2018. Disponível em: <https://bit.ly/3prDEbH>. Acesso em: 20 maio 2023.

AGUIAR, Rogério de; SILVEIRA, Caroline da; FRIZZARINI, Silvia Teresinha. Ensino de ângulos com a caneta 3D. *In: Encontro Nacional de Educação Matemática – ENEM*, 13., 2019. **Anais [...]**. [S. l.: s. n.], 2019.

ALMEIDA, Geise L. C.; ARAÚJO, Michele M. M.; FERREIRA, Nilciane V.; BRAGA, Roberta M. Manipulação de sólidos geométricos: inscrição e circunscrição. **Anais [...]**. Castanhal, 2013. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2019/TRABALHO_EV127_MD1_SA13_ID10797_14082019144725.pdf. Acesso em: 10 jun. 2024.

ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini; VALENTE, José Armando. **Tecnologias e Currículo:** trajetórias convergentes ou divergentes? São Paulo: Paulus, 2011.

ALMOULOUD, Saddo Ag. **Fundamentos da didática da matemática**. Curitiba: Editora UFPR, 2007.

ANDERSON, C. **Makers:** The new industrial revolution. New York: Crown. 2012.

ARTIGUE, Michèle. Engenharia Didática. *In: BRUN, Jean. Didáctica das Matemáticas*. Lisboa: Instituto Piaget. Horizontes Pedagógicos, 1996.

AUSUBEL, David Paul. Algumas limitações psicológicas e educacionais da aprendizagem por descoberta. *In: NELSON, L. N. O ensino:* textos escolhidos. Trad. Joshuah de Bragança Soares. São Paulo: Saraiva, 1980.

AZEVEDO, Luciana de Sousa. **Cultura maker:** uma nova possibilidade no processo de ensino e aprendizagem. 2019. 100 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Inovação em Tecnologias Educacionais). Instituto Metrópole Digital, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/items/0c56cd92-0373-4884-bc98-6719361eb505>. Acesso em: 07 abr. 2024

BARBIERI, S. C. R.; SILVA, S. A.; BACCIN, K. M. S. Reflexões sobre a formação docente e as possibilidades de ensinagem para a cultura *maker*. **Revista Edutec - Educação, Tecnologias Digitais e Formação Docente**, v. 2, n. 1, p. 1-25, 25 set. 2022.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BERNARD, Pawek; MENDEZ, James D. Drawing in 3D: Using 3D printer pens to draw chemical models. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, v. 48, 2020. DOI: 10.1002/bmb.21334. Disponível em: <https://iubmb.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bmb.21334>. Acesso em: 5 jun. 2023.

BLIKSTEIN, P. Digital fabrication and 'making' in education: the democratization of invention. In: WALTER-HERRMANN, J.; BUCHING, C. (eds.). **FabLabs of machines, makers and inventors**. Bielefeld: Transcript, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2017.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN): Matemática**. MEC, 1997.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BÜYÜKEKŞİ, C.; ÇOLAKOĞLU, Ö. M; YAVUZ, S. Effects of 3D applications in organic chemistry lessons on students' spatial ability. **Online Science Education Journal**, v. 5, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/342330576_Effect_of_3D_Applications_in_Organic_Chemistry_Lesson_on_Students'_Spatial_Ability. Acesso em: 7 out. 2023.

CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica**: del saber sabio al saber enseñado. Buenos Aires: La Pensée Sauvage, 1991.

CROWLEY, Mary L. O modelo van Hiele de desenvolvimento do pensamento geométrico. In: LINDQUIST, Mary M.; SHULTE, Albert P. (org.). **Aprendendo e ensinando geometria**. São Paulo: Atual, p. 1-20, 2005.

DA SILVA, G.; STADLER, J. Proposta de uma Tabela Periódica adaptada com vistas à acessibilidade de estudantes com deficiência visual: um recurso didático para o ensino inclusivo. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 5, n. 3, p. 409-430, 13 agosto de 2022.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. **Educação Matemática**: da teoria à prática. 23. ed. Campinas: Papirus, 2012.

DIENES, Zoltan Paul. **Lógica e Jogos Lógicos**. São Paulo, SP: EPU, 1974.

DOUGHERTY, D. The Maker Movement. **Innovations: Technology, Governance, Globalization**. v. 7, n. 3, p. 11-14, 2012. DOI: https://doi.org/10.1162/innov_a_00135. Acesso em: 28 jun. 2023

FAINGUELERNT, E. K. O Ensino de Geometria no 1º e 2º Graus. A Educação Matemática em Revista. **SBEM**, nº 4, p. 45. Blumenau, 1º semestre, 1995.

FAZENDA, Ivani C. A. **Interdisciplinaridade**: história, teoria e pesquisa. 4. ed. Campinas: Papirus, 1994.

FERREIRA, M. J. **Formação de professores que ensinam Matemática**: reflexões e práticas. Campinas: Papirus, 2017.

FIORENTINI, D.; MIORIM, M. A. Uma reflexão sobre o uso de materiais concretos e jogos no Ensino da Matemática. **Boletim da SBEM-SP**, v. 7, n. 4, 1990.

FLETA, Víctor Edo. **Aplicaciones didácticas del bolígrafo 3D**. jun. 2016. Dissertação (Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas) - Universidad de Jaén, Jabalcuz / ES, 2016. Disponível em: <https://crea.ujaen.es/items/5e46bbbed-a2bf-4cc4-8a6b-0b61c0dff85d>. Acesso em: 28 out. 2023.

FONSECA, Maria da Conceição F. R. *et al.* **O ensino da geometria na escola fundamental: Três questões para a formação do professor de matemática dos ciclos iniciais**. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

FREITAS, Anna Maria; DOMITE, Maria do Carmo Santos. **A prática pedagógica na formação do professor de Matemática**. São Paulo: MEC/FAPESP, 2001.

GADOTTI, M. **Perspectivas actuales de la Educación**. Buenos Aires: Siglo XXI, 2003.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GROENWALD, C. L. O. **Saberes docentes e a prática educativa na Educação Matemática**. Porto Alegre: Mediação, 2006.

IMBERNÓN, F. Ser docente en una sociedad compleja. **La difícil tarea de enseñar**. Graó, 2017.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. 7. ed. Campinas: Papirus, 2012.

LABORDE, Colette *et al.* Teaching and learning geometry with technology. In: Gutiérrez; A.; Boero, P. (ed). **Handbook of Research on the Psychology of Mathematics Education**. Sense Publishers, p. 275-297, 2006.

LIBÂNEO, José Carlos. **Didática**. 21. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

LOCATELLI, S. C. **O Ensino de Geometria: o que revelam as tarefas escolares?** 2015. 148 f. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, 2015.

LOPES, Lucas O. *et al.* O “Maker” na Escola: uma Reflexão sobre Tecnologia, Criatividade e Responsabilidade Social. In: Congresso Sobre Tecnologias na Educação (CTRL+E), 4, 2019, Recife. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019, p. 367-376. DOI: <https://doi.org/10.5753/ctrl.2019.8908>. Acesso em: 18 maio 2024.

LORENZATO, Sérgio. **O uso de material manipulativo no ensino da Matemática**. Campinas, SP: Autores Associados, 2006.

LORENZATO, Sérgio. Por que não ensinar geometria? In: **A Educação Matemática em Revista – SBEM**, 1995.

MARQUES, Daniele Pereira; SANTOS, Clemilson Costa dos. Caneta 3D: elaboração de materiais concretos manipuláveis como recursos educacionais no ensino de matemática.

Anais do X CONEDU... Campina Grande: Realize Editora, 2024. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/109769>. Acesso em: 30 nov. 2024.

MENEZES, Maria Eduarda de Lima. **As percepções de educadores sobre a utilização do espaço maker na Educação Básica**. 2020. 212 f. Tese (Doutorado em Educação: Currículo). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2020.

MORAN, José Manuel. Desafios na educação em rede. *In*: MORAN, J.M.; MASETTO, M.T.; BEHRENS, M.A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. São Paulo: Papirus, 2013.

MORAN, José Manuel. Gestão inovadora da escola com tecnologias. *In*: VIEIRA, Alexandre (org.). **Gestão educacional e tecnologia**. São Paulo: Avercamp, p. 151-164, 2003.

NACARATO, Adair Mendes. Eu trabalho primeiro no concreto. **Revista de Educação Matemática**, v. 9, n. 9-10, p. 1-6, 2005.

NACARATO, A. M.; MENGALI, L. B.; PASSOS, C. L. B. **A matemática nos anos iniciais do ensino fundamental**: tecendo fios do ensinar e do aprender. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2009.

NASSER, L. Níveis de van Hiele: Uma explicação definitiva para as dificuldades em geometria? **Boletim GEPEM/UFRJ**, Rio de Janeiro, n. 29, p. 31-35, 1991.

NG, Oi-Lam. How ‘tall’ is the triangle? Constructionist learning of shape and space with 3D Pens. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, 2020. DOI: 10.1080/0020739X.2020.1844910. Disponível em: <https://bit.ly/2PEpMgI>. Acesso em: 09 out. 2023.

NG, Oi-Lam.; SHI, Lian.; TING, Fridolin. Exploring differences in primary students’ geometry learning outcomes in two technology-enhanced environments: dynamic geometry and 3D printing. **International Journal of STEM Education**, v. 7, 2020. DOI: 10.1186/s40594-020-00244-1. Disponível em: <https://stemeducationjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40594-020-00244-1>. Acesso em: 18 jun. 2023.

NG, Oi-Lam; SINCLAIR, Nathalie; DAVIS, Brent. Drawing off the page: How new 3D technologies provide insight into cognitive and pedagogical assumptions about mathematics. **The Mathematics Enthusiast**, v. 15, n. 3, p. 563-577, 2018. DOI: <https://doi.org/10.54870/1551-3440.1445>. Acesso em: 25 ago. 2023.

NÓVOA, A. Formação de professores e profissão docente. *In*: NÓVOA, A. (org.). **Os professores e sua formação**. Lisboa: Nova Enciclopédia, 1992.

NUNES, Andrieli de Fátima Paz; MOREIRA, Tânia Maria. **A educação empreendedora aliada à tecnologia em um projeto social**. 2018. Artigo de Conclusão de Curso (Especialização Em Tecnologias da Informação e da Comunicação Aplicadas à Educação) - Universidade Federal de Santa Maria, Agudo, RS, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15222/TCCE_TICAE_EaD_2018_NUNES_A_NDRIELI.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 7 mar. 2024.

OLIVEIRA, Roberta Emile; SANTOS, Camila Amorim Moura dos; SOUZA, Edmar Egidio de. Aplicação de Conceitos e Práticas de Atividades do Movimento *Maker* na Educação Infantil - Um Relato de Experiência para o Ensino Fundamental 1. *In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA (WIE)*, 24. , 2018, Fortaleza, CE. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2018. p. 275-284. DOI: <https://doi.org/10.5753/cbie.wie.2018.275>. Acesso em: 26 out. 2024.

PAIS, Luiz Carlos. Uma análise do significado da utilização de recursos didáticos no ensino da Geometria. **ANPED**, Caxambu, 2000. Disponível em: http://www.ufrj.br/emanped/paginas/conteudo_producoes/docs_23/analise_significado.pdf

PAPERT, S. **LOGO: computadores e educação**. São Paulo, SP: Brasiliense, 1985.

PAPERT, S.; HAREL, I. **Constructionism**. New Jersey, Norwood: Ablex Publishing, 1991.

PASSOS, C. L. B. Materiais manipuláveis como recurso didático na formação de professores. *In: LORENZATO, S. (ED) O laboratório de ensino de matemática na formação de professores*. São Paulo: Autores Associados, p. 77-92, 2006.

PAVANELLO, R. M. A. A geometria nas séries iniciais do Ensino Fundamental: contribuições da pesquisa para o trabalho escolar. *In: PAVANELLO, R. M. A. (org.) Matemática nas séries iniciais do ensino fundamental: a pesquisa em sala de aula*. Coleção SBEM, vol. 2, p. 128-143, 2004.

PERRENOUD, P. *et al.* **As Competências para ensinar no século XXI: a formação dos professores e o desafio da avaliação**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

PENTEADO, M.G. Redes de Trabalho: Expansão das Possibilidades da Informática na Educação Matemática da Escola Básica. *In: BICUDO, M.A.V.; BORBA, M.C. (org.) Educação matemática: pesquisa em movimento*. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2005.

PIAGET, Jean. **Introducción a la epistemología genética: el pensamiento matemático**. Buenos Aires: Paidós, 1975.

PIAGET, Jean. **Seis estudos de psicologia**. Trad. Maria Alice Magalhães D'Amorim e Paulo Sergio Lima Silva. 21. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1995.

PONTES, Júlio Silva de. Ensino de Geometria nos Anos Iniciais do 1º Ciclo: uma proposta para a formação de professores. *In: Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática – EBRAPEM. Anais [...]*. Pelotas: UFPel, 2017. Disponível em: https://wp.ufpel.edu.br/xxiebrapem/files/2018/07/gd1_julio_pontes.doc.pdf. Acesso em: 20 jan. 2025.

PRESMEG, Norma C. Research on Visualization in Learning and Teaching Mathematics. *In: GUITIERREZ, A.; BOERO, P. (Eds.) Handbook of research on the psychology of mathematics education: past, present and future*. The Netherlands, Sense Publishers, p.205-235, 2006.

REIS, J. S. dos; SANTOS, M. J. C. dos; BRANDÃO, J. C. Modelagem Matemática *Maker*: uma experiência com a caneta 3D. **Sensos-e**, 12(1), 68-80. Disponível em:

<https://parc.ipp.pt/index.php/sensos/article/view/6086>. Acesso em: 10 abr. 2025.

RIBEIRO, Renato Janine. O mestrado profissional na política atual da Capes. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**. v. 2, n. 4, p. 8-15, jul. 2005. Disponível em: <http://ojs.rbpg.capes.gov.br/index.php/rbpg/article/view/72/69>. Acesso em: 3 mar. 2025.

SANTOS, L. S. dos; CAVALCANTE, T. C. F. A Importância do Desenho em Relevo para Aprendizagem do Estudante com Cegueira: Análise e Tendências. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, [S. l.], v. 23, n. 5, p. 861-868, 2023. Disponível em: <https://revistaensinoeducacao.pgsscogna.com.br/ensino/article/view/9528>. Acesso em: 8 jun. 2023.

SCHÖN, Donald A. Formar professores como profissionais reflexivos. In: NÓVOA, António (Org.). **Os professores e a sua formação**. 2. ed. Lisboa: Dom Quixote, p. 77-91, 1992.

SILVA, Eduarda; BARROS, Bruno; SILVA, Aline; SILVA, Samara; NERY, Camila. Geometria para pessoas com deficiência visual: a caneta 3D na produção de imagens geométricas táteis para promoção do ensino. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ERGONOMIA E FATORES HUMANOS (ABERGO)**, 25., 2025. **Anais [...]**. Recife: Even3, 2025. Disponível em: <https://static.even3.com/anais/1238390.pdf?v=639015727639470832>. Acesso em: 18 maio 2025.

SILVEIRA, Caroline da. **A caneta de impressão 3D na sala de aula inclusiva: possibilidades para o ensino de matemática a estudantes com deficiência visual**. 2021. Trabalho de graduação (Licenciatura em Matemática). Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville/SC, 2021. Disponível em: <https://sistemabu.udesc.br/pergamumweb/vinculos/000085/000085a8.pdf>. Acesso em: 5 jun. 2023.

SILVEIRA, Caroline da; AGUIAR, Rogério de; FRIZZARINI, Silvia Teresinha. Caneta 3D: perspectivas para o ensino de matemática para cegos. **Anais do Simpósio Ibero-Americano de Tecnologias Educacionais**. Santa Catarina, 2019.

SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. Ciência, tecnologia e suas relações sociais: a percepção de geradores de tecnologia e suas implicações na educação tecnológica. **Ciência & Educação**, v. 15, n.3, p. 681-694, 2009.

SKOVSMOSE, Ole. **Educação matemática crítica: a questão da democracia**. Campinas: Autores Associados, 2001.

SOARES, Luís Havelange. **Aprendizagem Significativa na Educação Matemática: uma proposta para a aprendizagem de Geometria Básica**. 2009. 141 f. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2009.

STELLA, A. L. *et al.* **BNCC e a Cultura maker: Uma Aproximação na Área da Matemática para o Ensino**. UNICAMP, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/331097052_bncc_e_a_cultura_maker_uma_aproximacao_na_area_da_matematica_para_o_ensino_fundamental. Acesso em: 5 jan. 2024.

TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. 17. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

TEIXEIRA, Leny R. M; VASCONCELLOS, Mônica; GUIMARÃES, Sheila Denize. O ensino de geometria nas séries iniciais do Ensino Fundamental: concepções dos acadêmicos do Normal Superior. **Nuances: Estudos sobre Educação**. Presidente Prudente, v. 12, n. 13, 2005. DOI: 10.14572/nuances.v12i13.1683. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/Nuances/article/view/1683>. Acesso em: 20 maio 2025.

TU, Yung-Hsiang; WU, Chih-Fu; WU, Hsiang Ping; YEH, I-Ting. 3D Pen Tactile Pictures Generated by Individuals with Visual Impairments. **Journal of Visual Impairment and Blindness**, v. 114, 2020. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0145482X20954759>. Acesso em: 11 nov. 2023.

VALENTE, J. A.; MAZZONE, J.; BARANAUSKAS, M. C. C. (org.). **Aprendizagem na era das tecnologias digitais**. São Paulo: Cortez; FAPESP, 2007.

VAN DE WALLE, J. A. **Matemática no Ensino Fundamental**: formação de professores e aplicação em sala de aula. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

VAN HIELE, P. M. V. **Structure and Insight**: A Theory of Mathematics Education. Orlando, Flórida: Academic Press, INC, 1986.

VERONESE, Paula Cristina de Faria. **O ensino de geometria no ciclo II do ensino fundamental**: um estudo analítico. 2009. 260 f. Dissertação (Mestrado da Faculdade de Filosofia e Ciências). Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2009.

VYGOTSKY, Lev S. **A formação social da mente**: O desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre, RS: Artmed, 1998.

APÊNDICE A - CARTA DE ANUÊNCIA



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO UNIVERSIDADE VIRTUAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA EDUCACIONAL

TERMO DE ANUÊNCIA

ESCOLA MUNICIPAL DOM JOSÉ TUPINAMBÁ DA FROTA

AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL À REALIZAÇÃO DE PROJETO DE PESQUISA

Declaro para os devidos fins de comprovação junto a Secretaria Municipal de Educação - SME de Fortaleza, que a Escola Municipal Dom José Tupinambá da Frota, contém toda infraestrutura necessária para a realização da pesquisa **“SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM USO DA CANETA DE IMPRESSÃO 3D: UMA PROPOSTA DE FORMAÇÃO DOCENTE PARA O ENSINO DAS FIGURAS GEOMÉTRICAS PLANAS E ESPACIAIS NO 2º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL”**, a ser realizada pela pesquisadora **DANIELE PEREIRA MARQUES**.

Fortaleza, 07 de abril de 2025.

Assinatura manuscrita em tinta preta, legível como 'Roberto Perceiro C. Rodrigues'.

Roberto Perceiro C. Rodrigues
Diretor Escolar
Ato nº 0977/2022
EM Dom José Tupinambá da Frota

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO UNIVERSIDADE VIRTUAL - IUUVI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA EDUCACIONAL - PPGTE
MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIA EDUCACIONAL

Título da pesquisa: SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM USO DA CANETA DE IMPRESSÃO 3D: UMA PROPOSTA DE FORMAÇÃO DOCENTE PARA O ENSINO DAS FIGURAS GEOMÉTRICAS PLANAS E ESPACIAIS NO 2º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

Pesquisadora: Daniele Pereira Marques

Orientador: Professor Dr. Clemilson Costa dos Santos

APRESENTAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

Este questionário está dividido em três partes. Na primeira pretendemos conhecer sobre algumas questões importantes referente a sua vida acadêmica e profissional. Na segunda parte, buscamos identificar suas abordagens pedagógicas sobre o ensino de Matemática nos anos iniciais do ensino fundamental. E por fim, na terceira parte, buscamos conhecer suas afinidades com os recursos tecnológicos aplicados no ensino de Matemática, e especificamente com a caneta de impressão 3D.

Todas as informações coletadas durante esta pesquisa serão tratadas com total sigilo e anonimato. Os dados fornecidos pelos participantes serão utilizados exclusivamente para fins acadêmicos e científicos e não conterão qualquer identificação pessoal. Nenhum nome ou informação que possa revelar a identidade dos participantes será divulgado em relatórios, artigos ou apresentações.

As respostas dos participantes serão armazenadas de forma segura e, caso necessário, os dados poderão ser anonimizados, ou seja, qualquer dado pessoal será removido ou substituído por códigos, garantindo que não seja possível identificar os participantes.

O pesquisador compromete-se a seguir todas as normas éticas de sigilo e confidencialidade, assegurando que a participação nesta pesquisa não trará nenhum prejuízo ou exposição aos envolvidos.

Parte I - Identificação do participante

E-mail: _____

Idade: () Entre 20 e 30 anos () Entre 30 e 40 anos () Mais de 40 anos

Sexo: () Masculino () Feminino

1. Qual sua formação acadêmica?

2. Qual foi o ano que você concluiu a graduação? _____

3. Em qual Instituição de Ensino Superior (IES) você cursou sua graduação?

() Pública () Privada

4. Você tem especialização? () Sim () Não

Caso sim, escreva o nome da sua especialização:

5. Qual é seu maior título acadêmico? () Graduação () Especialização () Mestrado

() Doutorado

6. Você possui outra graduação? () Sim () Não

Caso sim, qual? _____

7. Há quanto tempo você atua como professor (a) em sala de aula?

() Menos de 5 anos

() Entre 6 e 10 anos

() Entre 10 e 15 anos

() Entre 15 e 20 anos

() Mais de 20 anos

8. Em quais turmas leciona?

9. Há quanto tempo você leciona na (s) turma (s) citadas na pergunta anterior?

Parte II - Identificação referente sobre o ensino de Matemática, especificamente sobre o ensino de geometria nos anos iniciais do Ensino Fundamental a partir da proposta apresentada na Base Nacional Comum Curricular - BNCC.

1. Descreva um pouco sobre você como professor (a) que ensina Matemática? Fale um pouco sobre como você se vê lecionando Matemática.

2. Qual a concepção do ensino de Matemática proposta pela BNCC a partir dos anos iniciais?

3. O que você compreende sobre o ensino de Matemática?

4. Escreva sobre sua compreensão em relação a aplicações de recursos didáticos para o ensino de Matemática nos anos iniciais.

5. Você se considera preparado (a) para ensinar Matemática? () Sim () Não

5.1 Se sim, quais suas principais oportunidades/possibilidades para se ensinar Matemática?

5.2 Se não, quais as principais dificuldades para se ensinar Matemática?

6. Qual sua percepção sobre o aprendizado dos alunos referente ao ensino de geometria do 2º ano dos anos iniciais?

7. Você já refletiu sobre as dificuldades vivenciados na aprendizagem da geometria (figuras planas e espaciais) pelos alunos do 2º ano? () Sim () Não

7.1 Caso sua resposta seja sim, apresente suas principais concepções:

7.2 Caso sua resposta seja não, o que você acha desse processo vivenciado pelo aluno?

8. Você já participou de alguma formação que discutisse o ensino de geometria nos anos iniciais? () Sim () Não

8.1 Caso a resposta seja sim, descreva um pouco sobre e como foi abordada a temática:

9. Existe um diálogo entre os professores da escola (ou da rede de ensino) para discutir questões relacionadas ao ensino e à aprendizagem de Matemática? Se sim, como esses diálogos acontecem? Como você descreveria a qualidade desses diálogos?

Parte III - Conhecimentos relacionados à Matemática e recursos pedagógicos para o ensino de Matemática.

1. Você já participou de alguma formação (curso, oficina, palestra, etc.) sobre o uso de tecnologias no ensino de Matemática? () Sim () Não

Se sim, descreva brevemente:

2. Durante essas formações, você teve contato com recursos pedagógicos (digitais ou manipuláveis) voltados para o ensino de Matemática? () Sim () Não

Caso sim, quais recursos você conheceu? (Exemplos: *softwares*, jogos digitais, jogos analógicos, materiais concretos, aplicativos, caneta de impressão 3D etc.)

3. Quais desses recursos você já utilizou efetivamente em sala de aula? Liste os recursos e, se possível, comente sobre a experiência de uso (turma, ano, conteúdo trabalhado etc.):

4. Você conhece ou já utilizou a caneta de impressão 3D?

() Já utilizei () Apenas conheço, mas nunca utilizei () Não conheço

5. De que forma você acredita que a caneta de impressão 3D pode ser utilizada no ensino de Matemática? (Considere conteúdos, turmas, tipos de atividades, aprendizagem, etc.)

6. Quais recursos pedagógicos você utiliza (ou já utilizou) para ensinar conteúdos de geometria? (Marque os que se aplicam e, se possível, descreva como os utilizou)

() Figuras geométricas planas e espaciais em EVA/plástico/papel () Tangram
() Blocos lógicos () *Softwares* educativos () Caneta de impressão 3D () Outros:

7. Você acredita que o uso de recursos (como a caneta de impressão 3D) pode contribuir para a aprendizagem de geometria? Por quê?

Obrigada pela sua colaboração!

APÊNDICE C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO UNIVERSIDADE VIRTUAL - IUUVI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA EDUCACIONAL - PPGTE
MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIA EDUCACIONAL

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Você está sendo convidado por **DANIELE PEREIRA MARQUES** como participante da pesquisa intitulada **SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM USO DA CANETA DE IMPRESSÃO 3D: UMA PROPOSTA DE FORMAÇÃO DOCENTE PARA O ENSINO DAS FIGURAS GEOMÉTRICAS PLANAS E ESPACIAIS NO 2º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL**. Você não deve participar contra a sua vontade. Leia atentamente as informações abaixo e faça qualquer pergunta que desejar, para que todos os procedimentos desta pesquisa sejam esclarecidos.

Esta pesquisa tem como objetivo investigar de que modo uma sequência didática, fundamentada na cultura *maker* e mediada pelo uso da caneta de impressão 3D, pode contribuir para a formação de professores do 2º ano do Ensino Fundamental no ensino das figuras geométricas planas e espaciais.

Sua participação contribuirá para a inovação pedagógica e para o aprimoramento de práticas educacionais voltadas ao ensino de geometria, ampliando seus conhecimentos sobre novas tecnologias aplicadas à educação, especificamente no uso da caneta 3D.

A pesquisa será realizada no ano de 2025 no Mestrado Profissional em Ensino de Tecnologia Educacional. Durante o período da pesquisa serão realizados cinco encontros da oficina, para coleta dos dados conforme a descrição abaixo:

- Primeiro encontro: Conhecendo a caneta de impressão 3D.
- Segundo encontro: Da teoria à prática com a caneta de impressão 3D.
- Terceiro encontro: Estudo do currículo na construção das figuras planas.
- Quarto encontro: Integração das figuras geométricas planas na construção das figuras espaciais.

- Quinto encontro: Planificando ideias e construindo figuras geométrica espaciais.

Responderá a um questionário sobre a identificação do perfil dos participantes, a experiência com materiais manipuláveis e tecnologias educacionais; participará de encontros formativos para conhecer o uso da caneta de impressão 3D e sua aplicabilidade no ensino de geometria; elaborará materiais didáticos utilizando a ferramenta para posteriormente aplicá-los em atividades com alunos; relatará suas percepções e experiências por meio de entrevista; será observado(a) durante as atividades para fins de análise dos impactos da ferramenta no ensino e na aprendizagem.

Os riscos desta pesquisa são mínimos e relacionados apenas ao possível desconforto ao responder questionário ou participar de entrevista. Caso se sinta desconfortável em algum momento, o participante poderá recusar a continuar participando da pesquisa e retirar o seu consentimento, sem que isso lhe traga qualquer prejuízo.

As informações obtidas através da sua participação não permitirão a identificação da sua pessoa, exceto aos responsáveis pela pesquisa, a divulgação das mencionadas informações só será feita entre os profissionais estudiosos do assunto. Os dados serão utilizados exclusivamente para esta pesquisa e divulgados apenas em meios acadêmicos e científicos, garantindo o anonimato dos participantes.

A participação nesta pesquisa é totalmente gratuita e voluntária, não havendo pagamento ou recompensa financeira pelo envolvimento no estudo.

Endereço dos (as) responsável(is) pela pesquisa:

Nome: Daniele Pereira Marques

Instituição: Universidade Federal do Ceará

Endereço: Avenida Humberto Monte, S/N UFC Campus do Pici, Bloco 1430 - Bloco Acadêmica do Instituto UFC Virtual

Telefones para contato: 85 987458900

ATENÇÃO: Se você tiver alguma consideração ou dúvida, sobre a sua participação na pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFC/PROPESQ – Rua Coronel Nunes de Melo, 1000 - Rodolfo Teófilo, fone: 3366-8344/46. (Horário: 08:00-12:00 horas de segunda a sexta-feira).

O CEP/UFC/PROPESQ é a instância da Universidade Federal do Ceará responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos.

O abaixo assinado _____, ____
anos, RG: _____, declara que é de livre e espontânea vontade que está como
participante de uma pesquisa. Eu declaro que li cuidadosamente este Termo de Consentimento
Livre e Esclarecido e que, após sua leitura, tive a oportunidade de fazer perguntas sobre o seu
conteúdo, como também sobre a pesquisa, e recebi explicações que responderam por completo
minhas dúvidas. E declaro, ainda, estar recebendo uma via assinada deste termo.

Fortaleza, ____ de _____ de _____.

Assinatura

Assinatura da pesquisadora

APÊNDICE D - DIÁRIO DE CAMPO

DIÁRIO DE CAMPO - PROTOCOLO DE OBSERVAÇÃO
Encontro
Objetivos
1. Descrição das Atividades
Estrutura da oficina
Materiais utilizados
Metodologia
2. Observações durante a Oficina
Comportamento dos participantes
Dificuldades encontradas
Pontos positivos
3. Reflexões Pós-Oficina
Comportamento dos participantes
Dificuldades encontradas
Pontos positivos
4. Registros Adicionais

APÊNDICE E - ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO UNIVERSIDADE VIRTUAL - IUVI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA EDUCACIONAL - PPGTE
MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIA EDUCACIONAL

Título da pesquisa: SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM USO DA CANETA DE IMPRESSÃO 3D: UMA PROPOSTA DE FORMAÇÃO DOCENTE PARA O ENSINO DAS FIGURAS GEOMÉTRICAS PLANAS E ESPACIAIS NO 2º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

Pesquisadora: Daniele Pereira Marques
Orientador: Professor Dr. Clemilson Costa dos Santos

ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

- 1 - Percepções sobre a oficina e a aprendizagem com a caneta de impressão 3D
 - Quais aspectos da oficina você considera mais significativos para sua formação docente?
- 2 - Aplicabilidade da ferramenta em sala de aula
 - De que forma você imagina utilizar a caneta de impressão 3D com seus alunos?
- 3 - Contribuição para o ensino das figuras geométricas planas e espaciais
 - Como a experiência com a caneta de impressão 3D contribuiu para a compreensão e visualização de conceitos geométricos, como figuras geométricas planas e espaciais?
- 4 - Limitações percebidas e sugestões de melhoria
 - Quais foram os principais desafios ou limitações que você percebeu ao pensar na incorporação da caneta de impressão 3D em sua prática pedagógica?